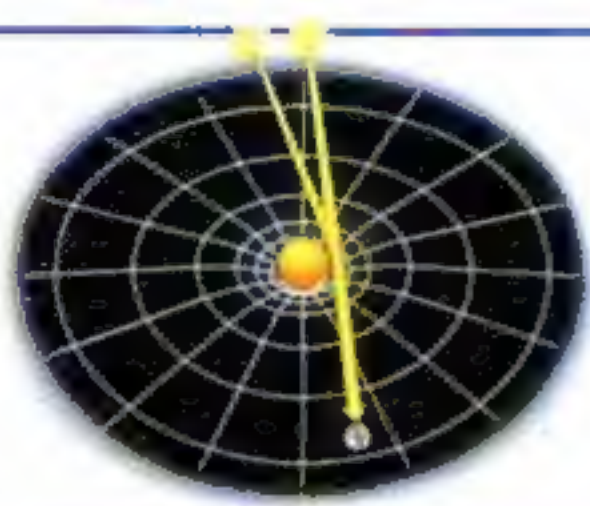
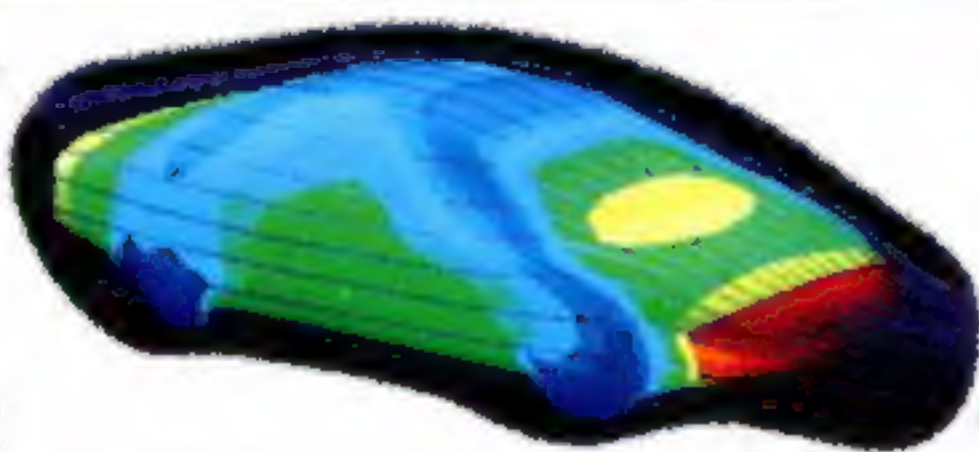
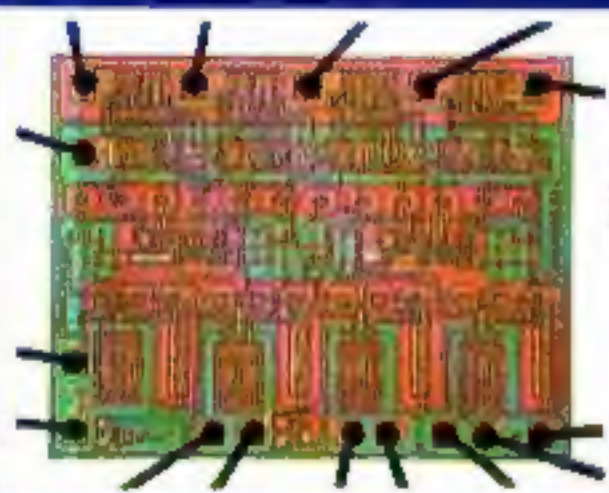


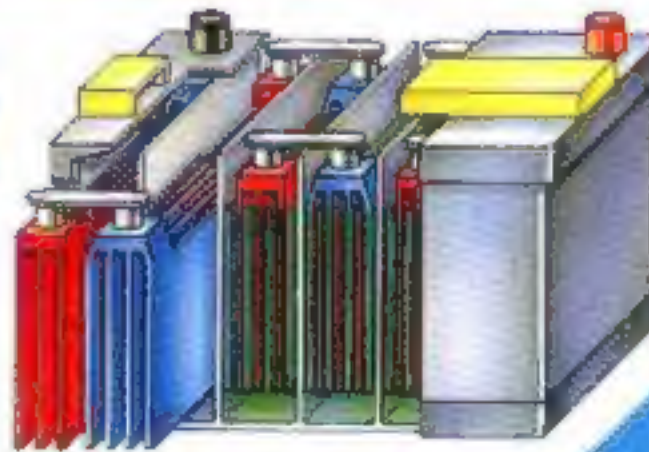
مَكْتَبَةُ لِبْنَاتٍ نَاشِرُونَ



# الموسوعة

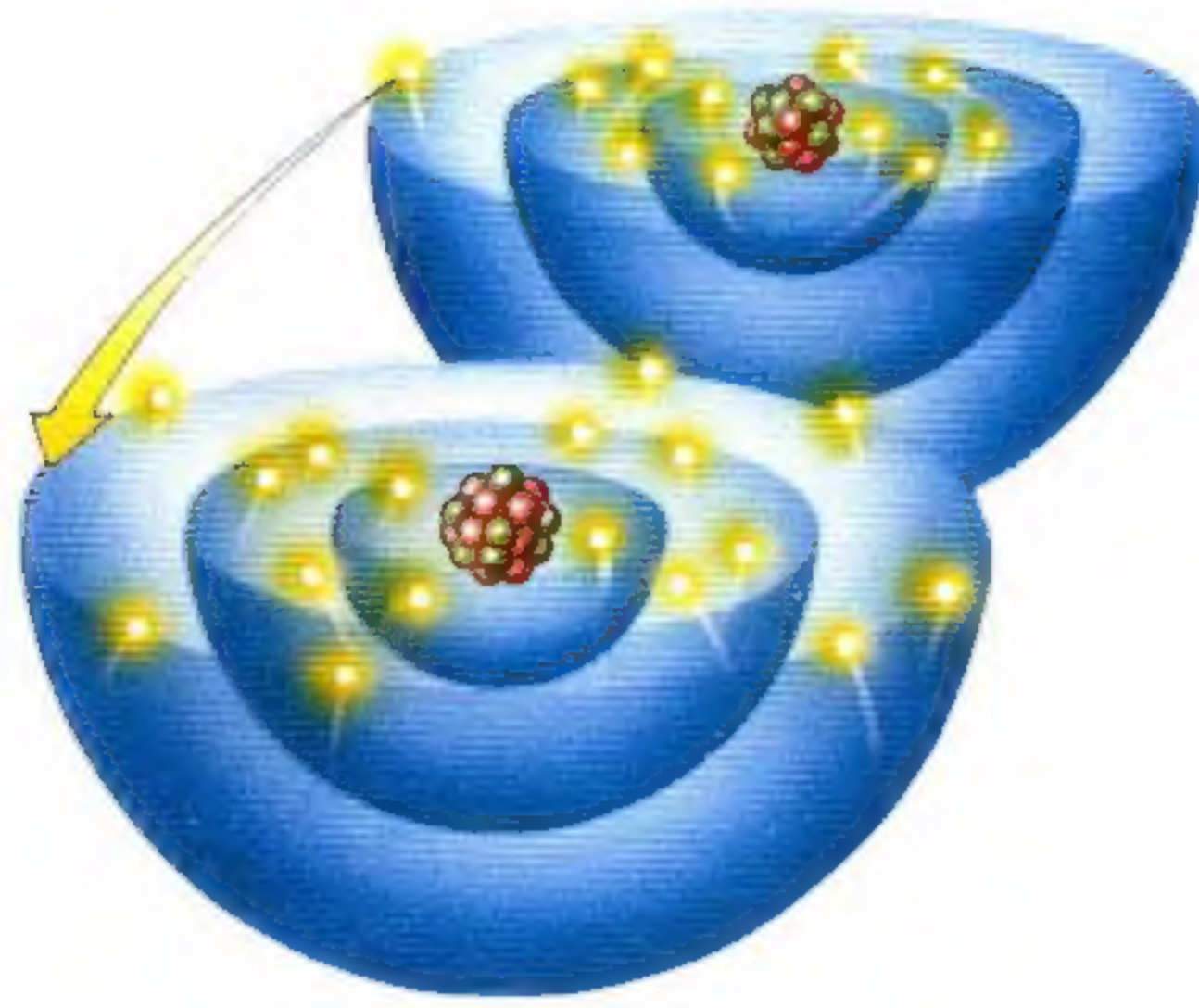


# العلمية الشاملة





# الموسوعة العلمية الشاملة



إعداد

أحمد شفيق الخطيب

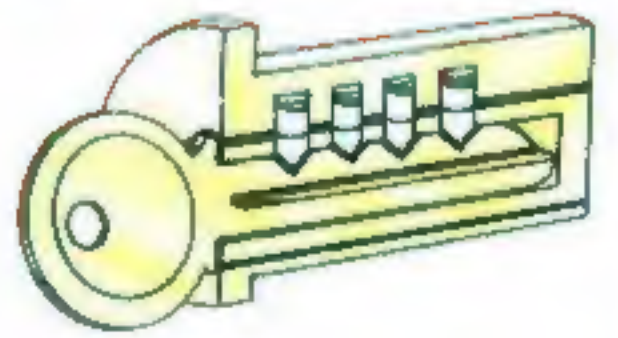
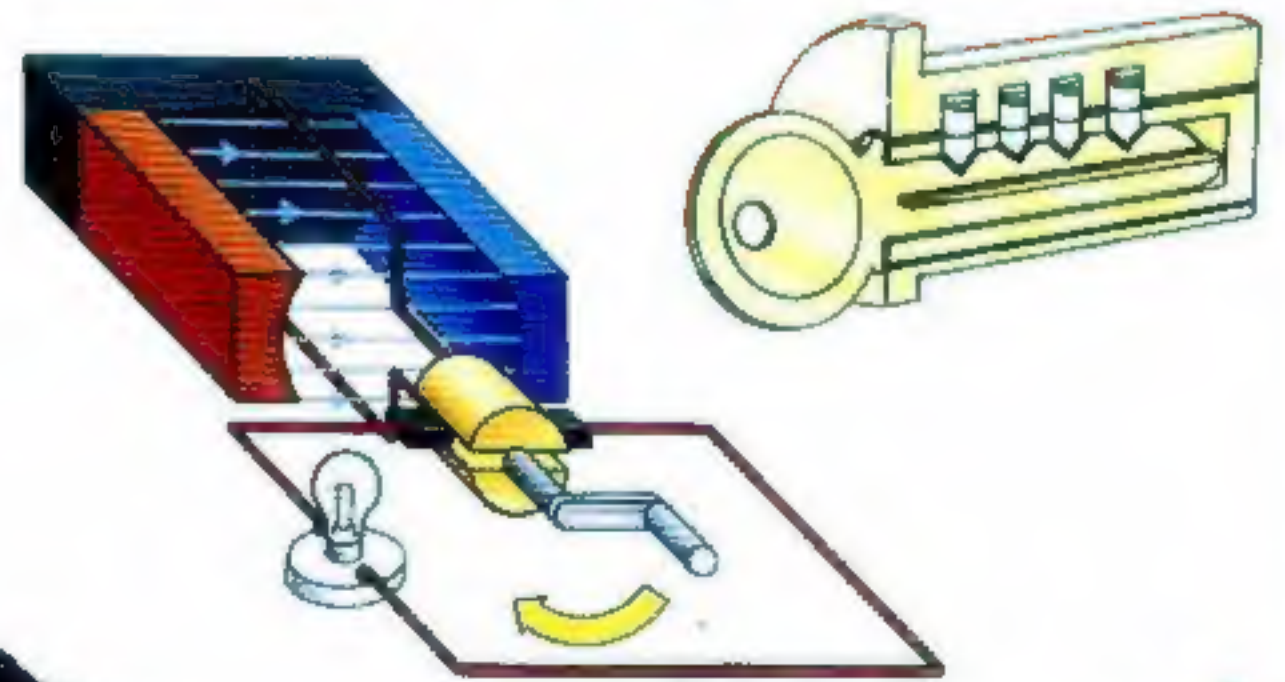
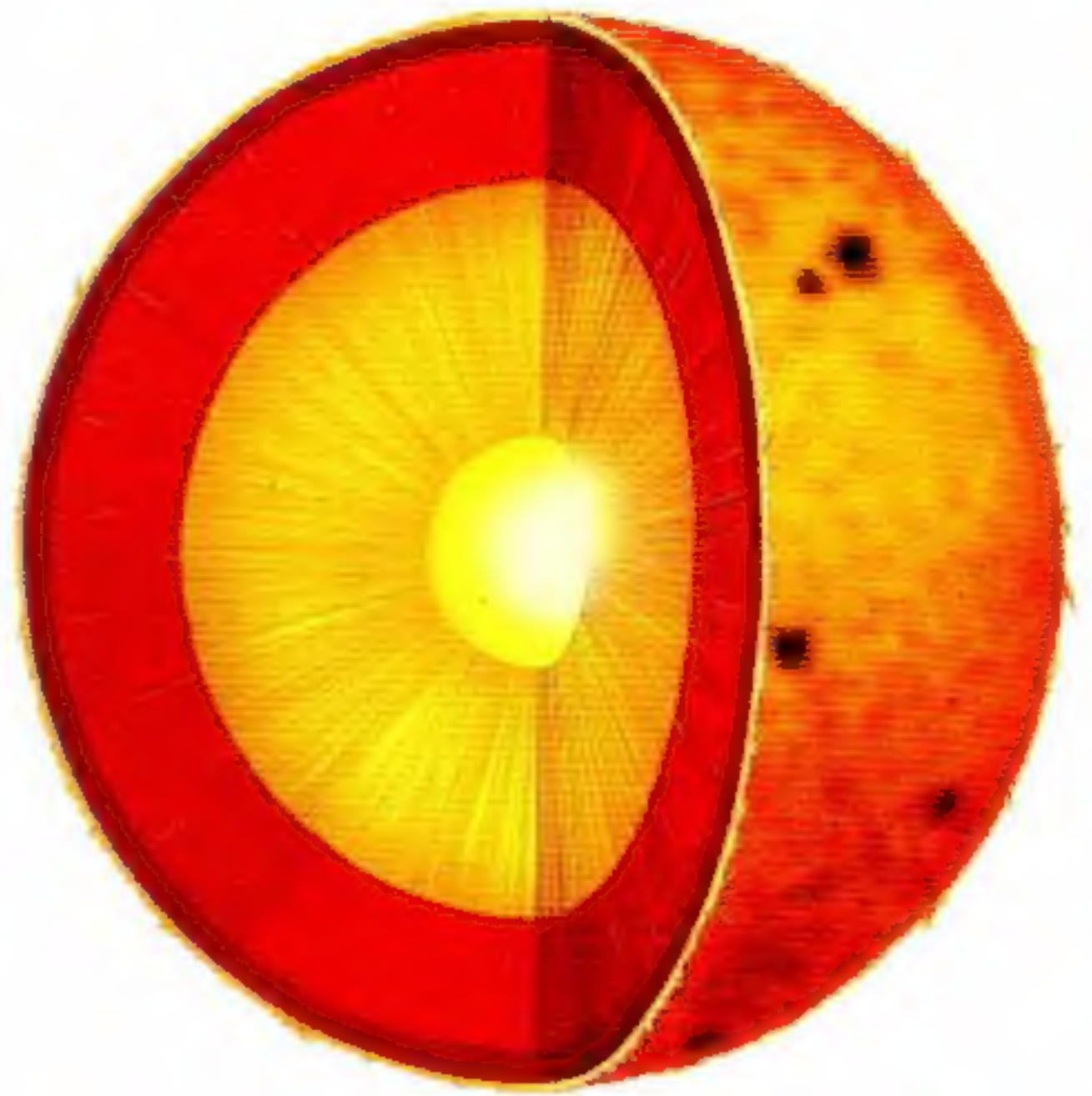
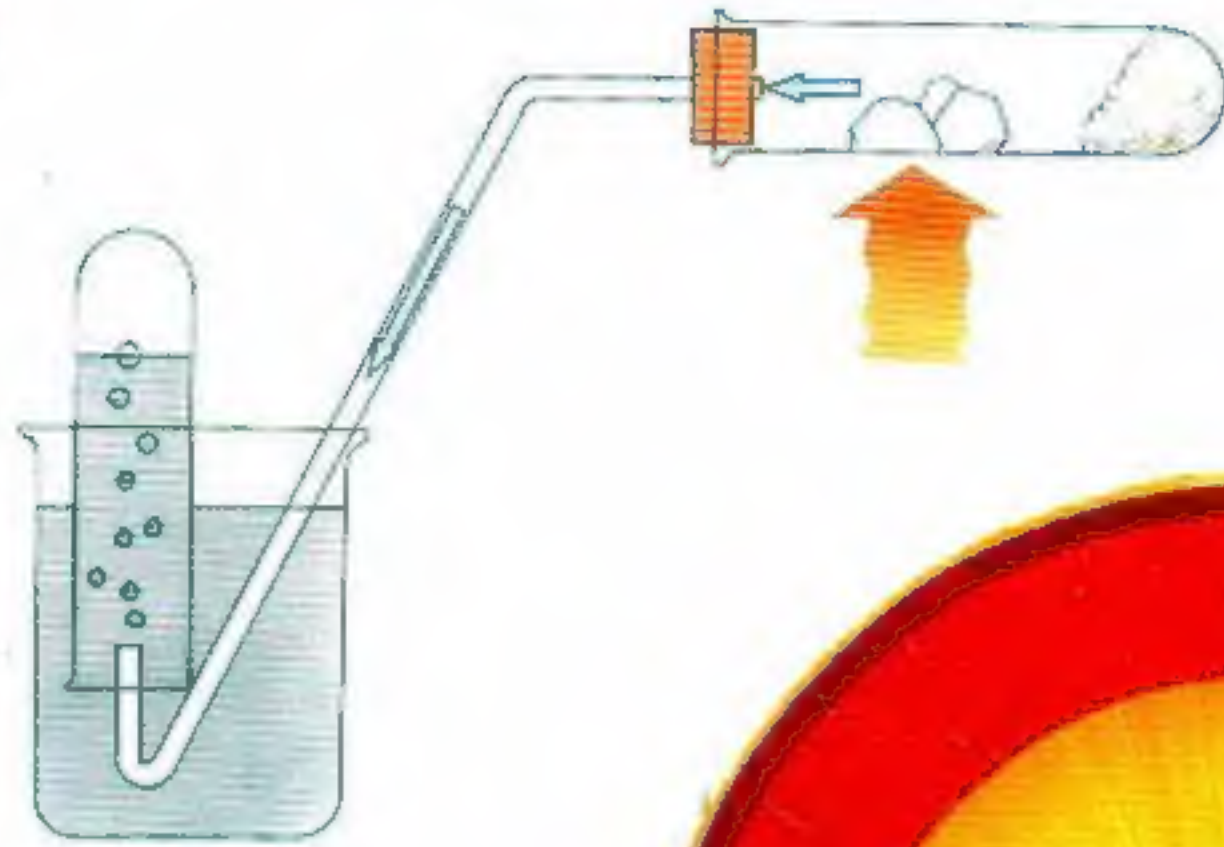
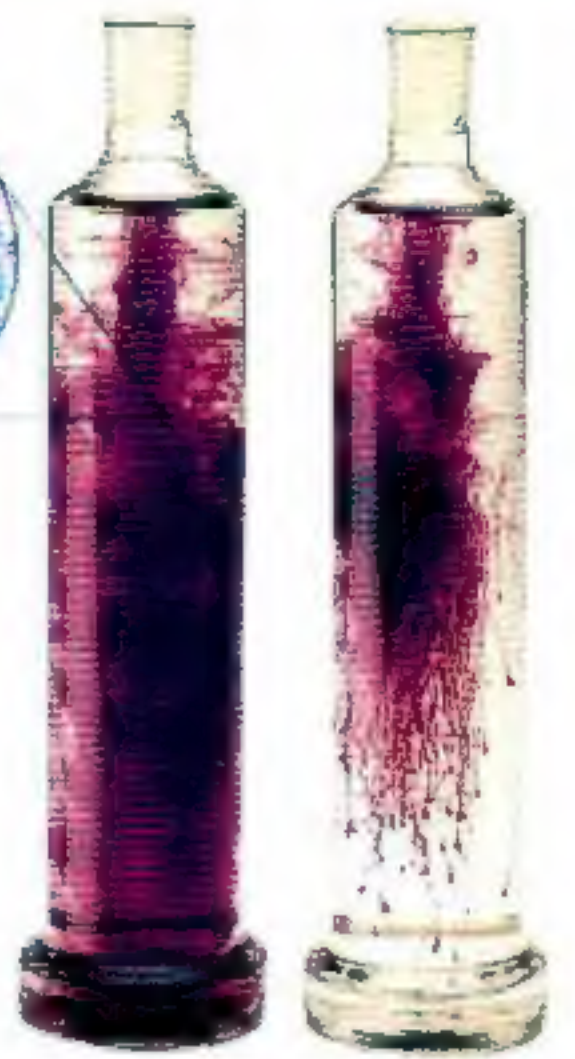
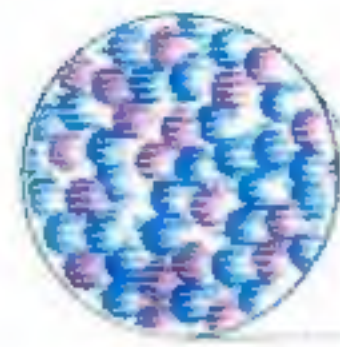
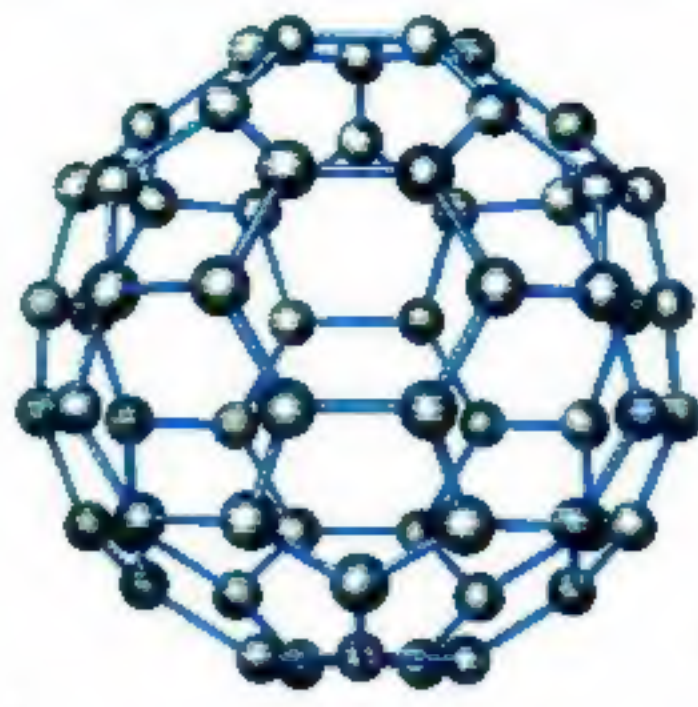
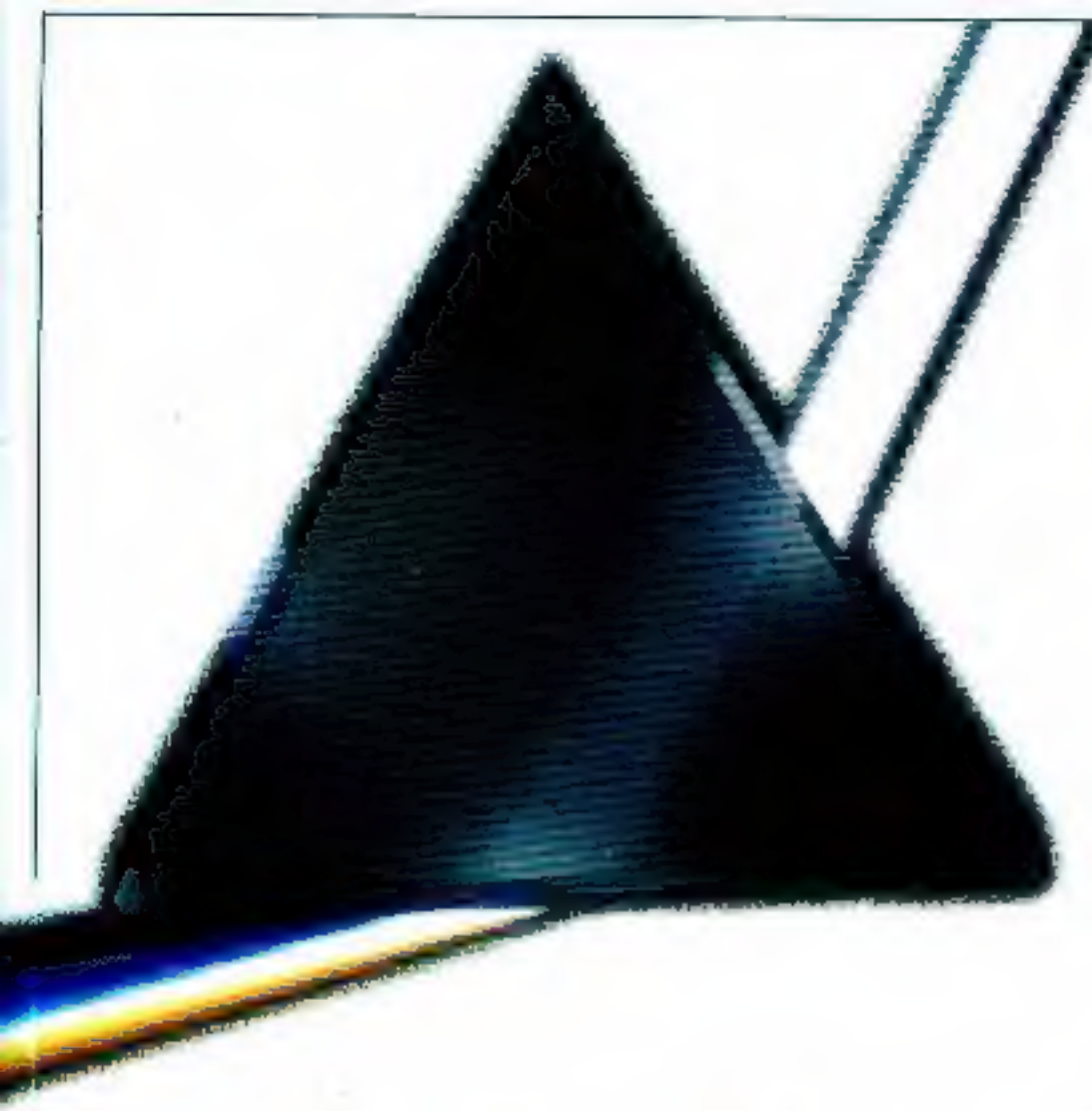
يوسف سليمان خير الله

رئيس التحرير

أحمد شفيق الخطيب

مكتبة لبنات ناشرون

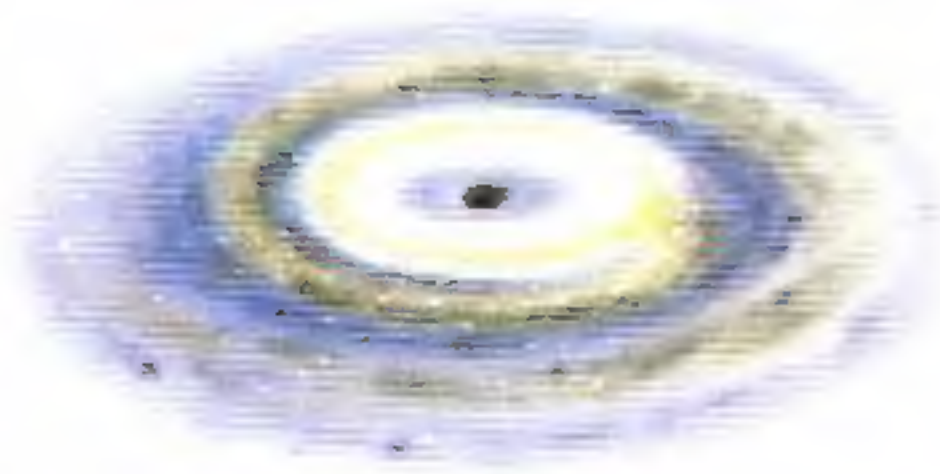








# الموسوعة العلمية الشاملة



مكتبة لبنان ناشرون



# المحتويات

٨١

## المواد

- ٨٢ صناعة الكيماويات
- ٨٣ الماء - معالجة وصناعاته
- ٨٤ الحديد والفولاذ
- ٨٦ الشحاس
- ٨٧ الألومنيوم
- ٨٨ السبائك
- ٨٩ حامض الكبريتيك
- ٩٠ الأمونيا
- ٩١ الكيمياء الزراعية
- ٩٢ صناعة الأغذية
- ٩٤ صناعة القلويات
- ٩٥ الصابون والمنظفات
- ٩٦ منتجات الفحم
- ٩٧ منتجات الغاز
- ٩٨ منتجات النفط
- ١٠٠ المكثورات
- ١٠٢ الأصباغ والخشب
- ١٠٣ مستحضرات التجميل
- ١٠٤ الكيمياء في الطب
- ١٠٦ المواد اللصوقة
- ١٠٧ الألياف
- ١٠٨ الورق
- ١٠٩ الخزفيات
- ١١٠ الزجاج
- ١١١ تصميم المواد
- ١١٢ التلوث الصناعي



١١٣

## القوى

## والطاقة

- ١١٤ القوى
- ١١٦ جمع القوى ومحصلاتها
- ١١٧ القوى المتوازنة
- ١١٨ السرعة
- ١١٩ التسارع

٤٢ التبريد

٤٣ الفسفور

٤٤ الأكسجين

٤٥ الكبريت

٤٦ الهالوجينات

٤٧ الهيدروجين

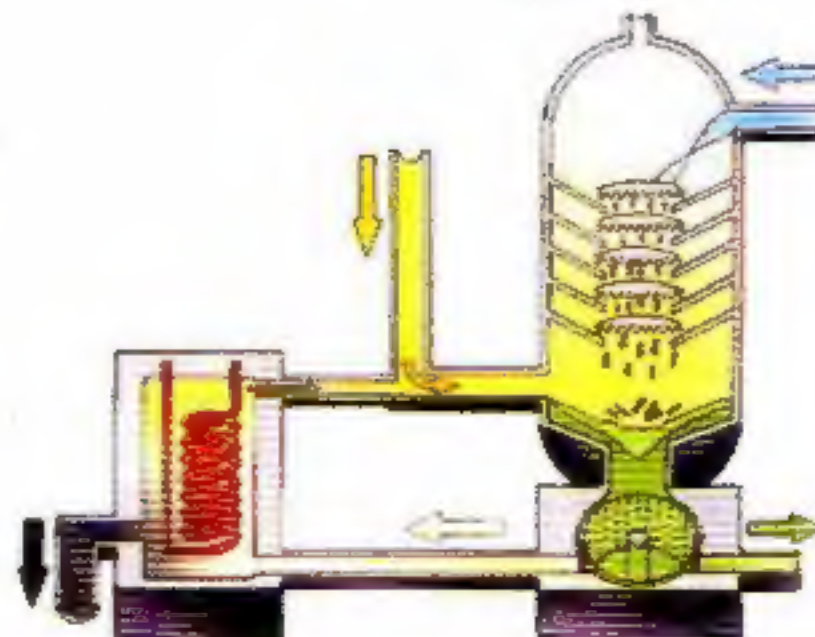
٤٨ الغازات النبيلة



٤٩

## التفاعلات

- ٥٠ النظرية الحركية
- ٥١ سلوك الغازات
- ٥٢ التفاعلات الكيماوية
- ٥٣ توصيف التفاعلات
- ٥٤ التفاعلات العكوسة
- ٥٥ سرعة التفاعلات
- ٥٦ المحفزات
- ٥٨ المركبات والمزيجات
- ٦٠ المحاليل
- ٦١ فصل المزيجات
- ٦٢ التحليل الكيماوي
- ٦٤ الأكسدة والاختزال
- ٦٦ سلسلة التفاعلية
- ٦٧ الكهولة (التحليل بالكهرباء)
- ٦٨ الحوامض
- ٧٠ القلويات والقواعد
- ٧٢ قياس الحمضية
- ٧٣ الأملاح
- ٧٤ كيمياء الهواء
- ٧٥ كيمياء الماء
- ٧٦ كيمياء الجسم البشري
- ٧٨ كيمياء الأغذية
- ٨٠ الاحتمار



٩-٨

## إرشادات وإيضاحات

١٠

## المسارات التاريخية

- ١٠ تعرف المادة وأسرارها
- ١١ تعرف خفايا الطاقة واستخداماتها
- ١٢ تعرف خفايا الأرض والفضاء
- ١٣ تعرف الكائنات الحية ودراستها

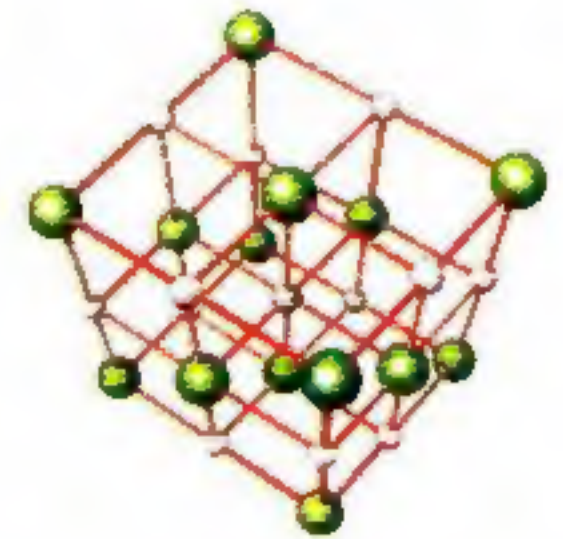
١٥-١٤

## الغلماء - كيف

## وماذا يعملون !

١٦

## قواعد السلامة وزمورها



١٧

## المادة

- ١٨ حالات المادة
- ٢٠ تغيرات الحالة
- ٢٢ خصائص المادة
- ٢٤ البنية الذرية
- ٢٦ النشاط الإشعاعي (الفاعلية الإشعاعية)
- ٢٨ الترابط الكيماوي
- ٣٠ البلورات
- ٣١ العناصر
- ٣٢ الجدول الدوري للعناصر
- ٣٤ القلويات القلوية
- ٣٥ فلزات الأتربة القلوية
- ٣٦ القلويات الانتقالية
- ٣٨ فلزات الوضعية
- ٣٩ أشباه القلويات
- ٤٠ الكربون
- ٤١ الكيمياء العضوية





١٧٧

## الصُّوْتُ والضَّوْءُ

- ١٧٨ الصُّوْتُ
- ١٨٠ قِياسُ الصُّوْتِ
- ١٨١ جَهَارَةُ الصُّوْتِ
- ١٨٢ إِحْدَاثُ الصُّوْتِ وَسَمَاعُهُ
- ١٨٤ انْتِعَاكُاسُ الصُّوْتِ وَامْتِصَاظُهُ
- ١٨٦ الْأَصْوَاتُ الْمُوسِيقِيَّةُ
- ١٨٨ تَسْجِيلُ الصُّوْتِ
- ١٨٩ الْأَصْوَاتُ الْإِلِكْتْرُونِيَّةُ
- ١٩٠ الضَّوْءُ
- ١٩٢ الطَّنِيفُ الْكَهْرِمَغْنَطِيْسِي
- ١٩٣ مَصَادِرُ الضَّوْءِ
- ١٩٤ الْإِنْعِكَاسُ
- ١٩٦ الْإِنكِسَارُ
- ١٩٧ الْعَدَسَاتُ
- ١٩٨ الْآلَاتُ الْبَصَرِيَّةُ
- ١٩٩ الْبَيَازُ
- ٢٠٠ الضَّوْءُ وَالْمَادَّةُ
- ٢٠١ الظَّلَالُ
- ٢٠٢ الْأَلْوَانُ
- ٢٠٣ الْإِسْقَاطُ اللَّوْنِي
- ٢٠٤ الْإِنْبَصَارُ
- ٢٠٦ التَّصْوِيرُ الْفَوْتُوْغْرَافِي
- ٢٠٨ السِّينِمَا



٢٠٩

## الْأَرْضُ

- ٢١٠ تَكْوُنُ الْأَرْضِ
- ٢١٢ بِنْيَةُ الْأَرْضِ
- ٢١٤ الْقَارَاتُ الْمُتَحَرِّكَةُ

١٢٠ الْقُوَى وَالْحَرَكَةُ

١٢١ الْإِخْتِكَاكُ

١٢٢ الْجَاذِبِيَّةُ

١٢٣ قِياسُ الْقُوَى

١٢٤ قُوَى الدَّوْرَانِ وَالتَّنْوِيرِ

١٢٥ الْحَرَكَةُ الدَّائِرِيَّةُ

١٢٦ الْإِهْتِزَازَاتُ

١٢٧ الضَّغْطُ

١٢٨ الْقُوَى فِي الْمَوَاقِعِ

١٢٩ الطَّنْفُ وَالْعَطْسُ

١٣٠ الْمَكْنَنَاتُ

١٣٢ الشُّغْلُ وَالطَّاقَةُ

١٣٤ مَصَادِرُ الطَّاقَةِ

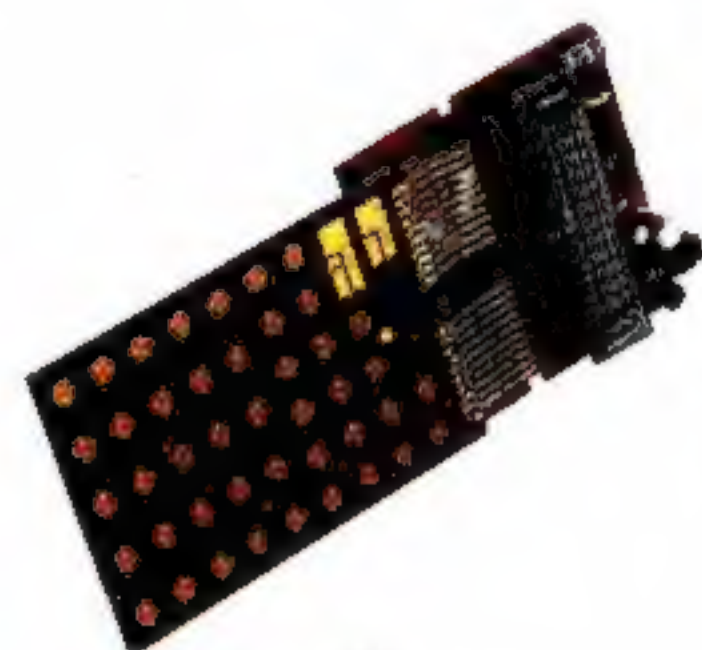
١٣٦ الطَّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ

١٣٨ تَحْوِيلَاتُ الطَّاقَةِ

١٤٠ الْحَرَارَةُ

١٤٢ إِنْتِقَالُ الْحَرَارَةِ

١٤٣ الْمُحَرِّكَاتُ



١٤٥

## الْكَهْرَبَاءُ وَالْمَغْنَطِيْسِيَّةُ

- ١٤٦ الْكَهْرَبَائِيَّةُ السَّائِكَةُ
- ١٤٨ الْكَهْرَبَاءُ النَّيَّارِيَّةُ
- ١٥٠ الْخَلَايَا وَالْبَيْطَارِيَّاتُ
- ١٥٢ الدَّوَارَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ
- ١٥٤ الْمَغْنَطِيْسِيَّةُ
- ١٥٦ الْكَهْرِمَغْنَطِيْسِيَّةُ
- ١٥٨ الْمُحَرِّكَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ
- ١٥٩ الْمُؤَلَّدَاتُ
- ١٦٠ مَوَارِدُ الْكَهْرَبَاءِ
- ١٦١ الْكَهْرَبَاءُ فِي الْبَيْتِ
- ١٦٢ الْإِتِّصَالَاتُ الْبِعَادِيَّةُ
- ١٦٤ الرَّادِّيُو
- ١٦٦ التَّلْفِزْيُونُ
- ١٦٨ مَقْوَمَاتُ الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ
- ١٧٠ الدَّوَارَاتُ الْمُتَكَامِلَةُ
- ١٧٢ الْحَاسِبَاتُ
- ١٧٣ الْحَوَاسِبُ
- ١٧٥ إِسْتِخْدَامُ الْحَوَاسِبِ
- ١٧٦ الرُّبُوتَاتُ

٢١٦ الْبَرَائِكِيْنُ

٢١٨ نُشُوءُ الْجِبَالِ

٢٢٠ الْهَزَّاتُ الْأَرْضِيَّةُ

٢٢١ الصُّخُورُ وَالْمَعَادِنُ

٢٢٢ الصُّخُورُ الْبَرَكَانِيَّةُ

٢٢٣ الصُّخُورُ الرَّسُوِيَّةُ

٢٢٤ الصُّخُورُ الْمُتَحَوِّلَةُ

٢٢٥ الْأَخَافِيرُ

٢٢٦ الصُّخُورُ سَبْجَلَاتُ جِيُولُوجِيَّةُ

٢٢٨ الْجَلِيدُ وَالْمُتَلَجَّاتُ

٢٣٠ التَّجْوِيَّةُ وَالتَّحَاتُ

٢٣٢ أَنْوَاعُ التُّرْبَةِ

٢٣٣ الْأَنْهَارُ

٢٣٤ الْبَحَارُ وَالْمُحِيطَاتُ

٢٣٥ الْأَمْوَاجُ وَالْمَدْرُ (الْمَدُّ وَالْجَزْرُ)

وَالْتِّيَّارَاتُ

٢٣٦ خُطُّ السَّاحِلِ

٢٣٨ الْقَحْمُ

٢٣٩ الطَّنْفُ وَالْغَارُ

٢٤٠ رَسْمُ خَرَائِطِ الْأَرْضِ



٢٤١

## الطَّنْفُسُ

- ٢٤٢ ضِيَاءُ الشَّمْسِ
- ٢٤٣ الْفُصُولُ
- ٢٤٤ الْمَنَاحُ
- ٢٤٦ الْمُنَاحَاتُ الْمُتَغَيِّرَةُ
- ٢٤٨ الْحَوَّ
- ٢٥٠ ضَغْطُ الْهَوَاءِ
- ٢٥١ دَرَجَاتُ الْحَرَارَةِ
- ٢٥٢ الرُّطُوبَةُ
- ٢٥٣ الْجَبْهَاتُ الْمُنَاحِيَّةُ
- ٢٥٤ الرِّيَّاحُ
- ٢٥٦ قُوَّةُ الرِّيَّاحِ
- ٢٥٧ الرَّغْدُ وَالْبَرْقُ
- ٢٥٨ الْأَعَاصِيرُ
- ٢٥٩ الْأَعَاصِيرُ الدَّوَامِيَّةُ
- ٢٦٠ الشُّحْبُ
- ٢٦٢ تَكْوُنُ الشُّحْبِ
- ٢٦٣ الصَّبَابُ وَالشَّيْبُورَةُ وَالضُّخَانُ
- ٢٦٤ الْمَطَرُ
- ٢٦٦ التَّلْجُ
- ٢٦٧ الْبَرَدُ
- ٢٦٨ الصَّقِيعُ وَالتَّدْيُ وَالْجَلِيدُ
- ٢٦٩ تَأْثِيرَاتُ خَاصَّةُ
- ٢٧٠ التَّنَبُّؤُ بِالْأَحْوَالِ الْحَوِّيَّةِ
- ٢٧٢ رَضْدُ الطَّنْفُسِ





## ٣٦٩ البيئيات

- ٣٧٠ الغلاف الحيوي
- ٣٧٢ دورات في الغلاف الحيوي
- ٣٧٤ البشر وكونهم
- ٣٧٦ الفضلات وإعادة تدويرها
- ٣٧٧ السلاسل والشبكات الغذائية
- ٣٧٨ الجماعات الحيوانية
- ٣٧٩ التعايش المشترك
- ٣٨٠ اللون والتلوين
- ٣٨١ الهجرة والإسبات
- ٣٨٢ مناطق القطبين والتندرا
- ٣٨٤ الجبال
- ٣٨٥ الشواطئ
- ٣٨٦ المحيطات
- ٣٨٨ الأنهر والبحيرات
- ٣٨٩ المناطق الرطبة
- ٣٩٠ الصحاري
- ٣٩٢ الشهب العشيية
- ٣٩٤ الغابات المطيرة الاستوائية
- ٣٩٦ غابات المنطقة المعتدلة
- ٣٩٧ البلدان والمدن
- ٣٩٨ الحياة البرية في خطر
- ٤٠٠ الحفاظ على البيئة الطبيعية

٤٠١ - ٤٢٥

## حقائق ومعلومات

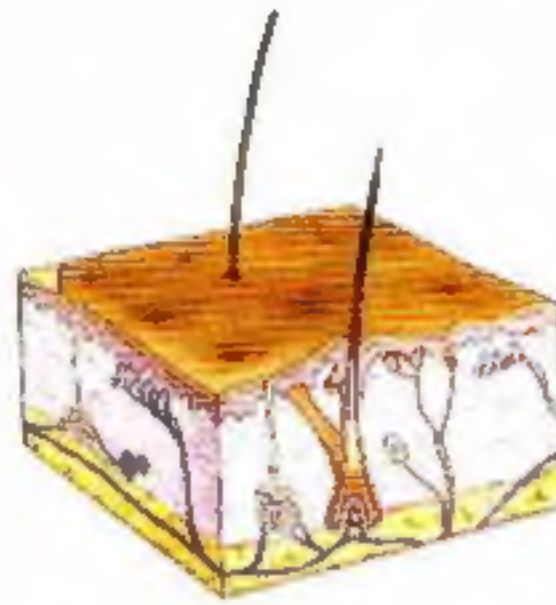
٤٢٦ - ٤٣٣

## مسرد التعريفات

٤٣٤ - ٤٤٥

## الفهرس العام

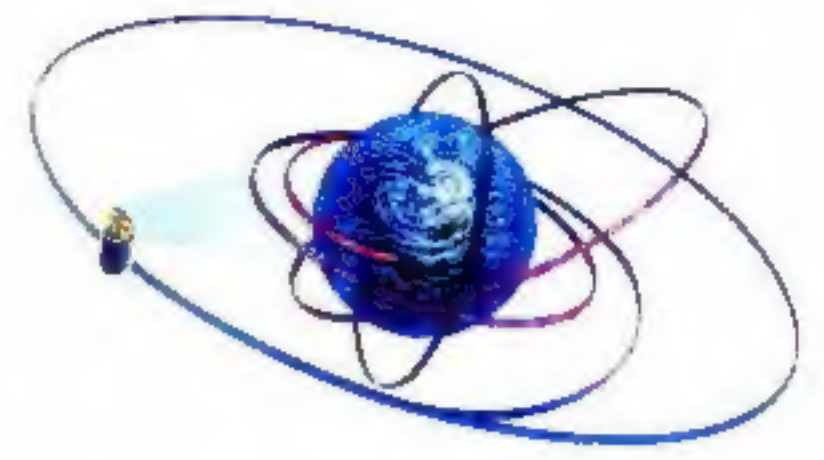
- ٣١٥ الفطريات
- ٣١٦ اللازهريات
- ٣١٧ الصنوبريات
- ٣١٨ النباتات المزهرة
- ٣٢٠ قنديل البحر وشقائق البحر والمرجان
- ٣٢١ الديدان
- ٣٢٢ المفصليات
- ٣٢٤ الرخويات
- ٣٢٥ نجم البحر والرقيات
- ٣٢٦ الأسماك
- ٣٢٨ البرمائيات
- ٣٣٠ الزواحف
- ٣٣٢ الطيور
- ٣٣٤ الثدييات
- ٣٣٦ الرئيسات



٣٣٧

## الكائنات الحية كيف تعمل

- ٣٣٨ الخلايا
- ٣٤٠ التخليق الضوئي
- ٣٤١ نظام النقل في النبات
- ٣٤٢ الغذاء
- ٣٤٣ الاغذية
- ٣٤٤ الأسنان والفكان
- ٣٤٥ الهضم
- ٣٤٦ التنفس الخلوي
- ٣٤٧ التنفس
- ٣٤٨ الدم
- ٣٤٩ الدورة الدموية
- ٣٥٠ البيئة الباطنية (في الأحياء)
- ٣٥٢ الهياكل الداعمة
- ٣٥٤ الجلد
- ٣٥٥ العضلات
- ٣٥٦ الحركة
- ٣٥٨ الحواس
- ٣٦٠ الأعصاب
- ٣٦١ الدماغ
- ٣٦٢ النمو ومراحله
- ٣٦٤ الوراثة
- ٣٦٦ التكاثر اللاجنسي
- ٣٦٧ التناسل الجنسي
- ٣٦٨ التناسل البشري



٣٧٣

## الفضاء

- ٣٧٤ الكون
- ٣٧٥ أصل الكون
- ٣٧٦ المجرات
- ٣٧٨ النجوم
- ٣٨٠ دورة حياة النجوم
- ٣٨٢ الكوكبات (الأبراج)
- ٣٨٣ النظام الشمسي
- ٣٨٤ الشمس
- ٣٨٦ عطارد والزهرة
- ٣٨٧ الأرض
- ٣٨٨ القمر
- ٣٨٩ المريخ
- ٣٩٠ المشتري
- ٣٩١ زحل
- ٣٩٢ أورانوس
- ٣٩٣ نبتون ويونو
- ٣٩٤ الكويكبات
- ٣٩٥ المذنبات والنيازك
- ٣٩٦ علم الفلك
- ٣٩٧ التلسكوبات الأرضية
- ٣٩٨ تلسكوبات الفضاء
- ٣٩٩ الصواريخ
- ٣٠٠ السواتل (الأقمار الصناعية)
- ٣٠١ السواير الفضائية
- ٣٠٢ الإنسان في الفضاء
- ٣٠٤ المحطات الفضائية



٣٠٥

## الكائنات الحية

- ٣٠٦ ماهية الحياة
- ٣٠٧ كيف ابتدأت الحياة
- ٣٠٨ النشوء والتطور
- ٣٠٩ آلية التطور
- ٣١٠ تصنيف الكائنات الحية
- ٣١٢ الحشرات (الفيرسات)
- ٣١٣ الجراثيم (البكتيريا)
- ٣١٤ المتعضيات الوحيدة الخلية



# إرشادات وإيضاحات

تبين لك هاتان الصفحتان طريقة استخدام الموسوعة وتقسيماتها. هنالك اثنا عشر مبحثاً عاماً، كالنفاعلات والكائنات الحية. وضمن كل مبحث هنالك مداخل رئيسية حول الموضوع، مثل كيمياء الأغذية أو

الزواحف. عندما تطلب مدخلاً حول موضوع ما، أنظر أولاً موقعه في صفحة المحتويات أو أطلبه في الفهرس لإيجاد الصفحات التي تحوي معلومات حول الموضوع الذي تريده.

الفهرس في نهاية الموسوعة يدرج كامل مواد الموسوعة ومداخلها.

رقم الصفحة بالحرف العادي  
يُحيلك إلى المرجع ضمن مواد الموسوعة.  
رقم الصفحة بالحرف الأسود  
يُحدد المدخل الرئيسي.  
أما رقم الصفحة بالحرف المائل  
فيُحيلك إلى الصفحات ضمن قسم حقائق ومعلومات.

## المباحث العلمية

المعلومات في هذه الموسوعة مرتبة حسب المواضيع. فكل مدخل يُعطي معلومات وافية عن موضوع معين، وهذا يناسب بحاجة الطلاب الذين يحضرون مشاريع علمية. وبمراجعة صفحات أخرى في القسم نبيه يمكنك أن تتقضى جوانب الموضوع وتستوعب تفاصيله. هذه الصفحة عن موضوع التحليل الكيميائي مثلاً، هي من قسم النفاعلات. فالكلمات والصور تبرز مواضيع أخرى وثيقة العلاقة بهذا الموضوع، كالإستشراب واختبارات اللهب، بأسلوب واضح مشوق.

## لمزيد من المعلومات انظر

البنية الذرية ص ٢٤  
المركبات والمزيجات ص ٥٨  
فضل المزيجات ص ٦١  
مصادر الضوء ص ١٩٣  
الوراثيات ص ٣٦٤  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٤

## لمزيد من المعلومات

في أسفل الزاوية اليسرى من كل صفحة إطار يُدرج ضمنه قائمة بصفحات أخرى من الموسوعة تجد فيها مزيداً من المعلومات عن موضوع بحثك. مثلاً إطار «المزيد من المعلومات» في صفحة التحليل الكيميائي يُورد قائمة من ستة مداخل وثيقة العلاقة بالموضوع مع أرقام صفحاتها.

إطار «لمزيد من المعلومات» عن مصادر الضوء يُحيلك إلى أربعة مداخل ذات علاقة بالموضوع

هي: الغازات النبيلة، التفاعلات الكيميائية، موارد الكهرباء، والألوان.

## يُدرج الفهرس

قائمة بجميع مواضيع الموسوعة والصفحات التي تعالج هذه المواضيع. كل مدخل رئيسي مُفصّل في صفحة أو صفحتين.

صفحات المحتويات تُدرج قائمة بموضوع كل صفحة تحت عنوان مبحث العام.

## المحتويات

المحتويات	الصفحة
الزواحف	١٠٠
الطيور	١٠١
الأسماك	١٠٢
الحشرات	١٠٣
النباتات	١٠٤
الحيوانات	١٠٥
البيئة	١٠٦
الفضاء	١٠٧
الكائنات الحية	١٠٨
الكيمياء	١٠٩
الفيزياء	١١٠
العلوم	١١١
التكنولوجيا	١١٢
البيئة	١١٣
الفضاء	١١٤
الكائنات الحية	١١٥
الكيمياء	١١٦
الفيزياء	١١٧
العلوم	١١٨
التكنولوجيا	١١٩
البيئة	١٢٠
الفضاء	١٢١
الكائنات الحية	١٢٢
الكيمياء	١٢٣
الفيزياء	١٢٤
العلوم	١٢٥
التكنولوجيا	١٢٦
البيئة	١٢٧
الفضاء	١٢٨
الكائنات الحية	١٢٩
الكيمياء	١٣٠
الفيزياء	١٣١
العلوم	١٣٢
التكنولوجيا	١٣٣
البيئة	١٣٤
الفضاء	١٣٥
الكائنات الحية	١٣٦
الكيمياء	١٣٧
الفيزياء	١٣٨
العلوم	١٣٩
التكنولوجيا	١٤٠
البيئة	١٤١
الفضاء	١٤٢
الكائنات الحية	١٤٣
الكيمياء	١٤٤
الفيزياء	١٤٥
العلوم	١٤٦
التكنولوجيا	١٤٧
البيئة	١٤٨
الفضاء	١٤٩
الكائنات الحية	١٥٠
الكيمياء	١٥١
الفيزياء	١٥٢
العلوم	١٥٣
التكنولوجيا	١٥٤
البيئة	١٥٥
الفضاء	١٥٦
الكائنات الحية	١٥٧
الكيمياء	١٥٨
الفيزياء	١٥٩
العلوم	١٦٠
التكنولوجيا	١٦١
البيئة	١٦٢
الفضاء	١٦٣
الكائنات الحية	١٦٤
الكيمياء	١٦٥
الفيزياء	١٦٦
العلوم	١٦٧
التكنولوجيا	١٦٨
البيئة	١٦٩
الفضاء	١٧٠
الكائنات الحية	١٧١
الكيمياء	١٧٢
الفيزياء	١٧٣
العلوم	١٧٤
التكنولوجيا	١٧٥
البيئة	١٧٦
الفضاء	١٧٧
الكائنات الحية	١٧٨
الكيمياء	١٧٩
الفيزياء	١٨٠
العلوم	١٨١
التكنولوجيا	١٨٢
البيئة	١٨٣
الفضاء	١٨٤
الكائنات الحية	١٨٥
الكيمياء	١٨٦
الفيزياء	١٨٧
العلوم	١٨٨
التكنولوجيا	١٨٩
البيئة	١٩٠
الفضاء	١٩١
الكائنات الحية	١٩٢
الكيمياء	١٩٣
الفيزياء	١٩٤
العلوم	١٩٥
التكنولوجيا	١٩٦
البيئة	١٩٧
الفضاء	١٩٨
الكائنات الحية	١٩٩
الكيمياء	٢٠٠
الفيزياء	٢٠١
العلوم	٢٠٢
التكنولوجيا	٢٠٣
البيئة	٢٠٤
الفضاء	٢٠٥
الكائنات الحية	٢٠٦
الكيمياء	٢٠٧
الفيزياء	٢٠٨
العلوم	٢٠٩
التكنولوجيا	٢١٠
البيئة	٢١١
الفضاء	٢١٢
الكائنات الحية	٢١٣
الكيمياء	٢١٤
الفيزياء	٢١٥
العلوم	٢١٦
التكنولوجيا	٢١٧
البيئة	٢١٨
الفضاء	٢١٩
الكائنات الحية	٢٢٠
الكيمياء	٢٢١
الفيزياء	٢٢٢
العلوم	٢٢٣
التكنولوجيا	٢٢٤
البيئة	٢٢٥
الفضاء	٢٢٦
الكائنات الحية	٢٢٧
الكيمياء	٢٢٨
الفيزياء	٢٢٩
العلوم	٢٣٠
التكنولوجيا	٢٣١
البيئة	٢٣٢
الفضاء	٢٣٣
الكائنات الحية	٢٣٤
الكيمياء	٢٣٥
الفيزياء	٢٣٦
العلوم	٢٣٧
التكنولوجيا	٢٣٨
البيئة	٢٣٩
الفضاء	٢٤٠
الكائنات الحية	٢٤١
الكيمياء	٢٤٢
الفيزياء	٢٤٣
العلوم	٢٤٤
التكنولوجيا	٢٤٥
البيئة	٢٤٦
الفضاء	٢٤٧
الكائنات الحية	٢٤٨
الكيمياء	٢٤٩
الفيزياء	٢٥٠
العلوم	٢٥١
التكنولوجيا	٢٥٢
البيئة	٢٥٣
الفضاء	٢٥٤
الكائنات الحية	٢٥٥
الكيمياء	٢٥٦
الفيزياء	٢٥٧
العلوم	٢٥٨
التكنولوجيا	٢٥٩
البيئة	٢٦٠
الفضاء	٢٦١
الكائنات الحية	٢٦٢
الكيمياء	٢٦٣
الفيزياء	٢٦٤
العلوم	٢٦٥
التكنولوجيا	٢٦٦
البيئة	٢٦٧
الفضاء	٢٦٨
الكائنات الحية	٢٦٩
الكيمياء	٢٧٠
الفيزياء	٢٧١
العلوم	٢٧٢
التكنولوجيا	٢٧٣
البيئة	٢٧٤
الفضاء	٢٧٥
الكائنات الحية	٢٧٦
الكيمياء	٢٧٧
الفيزياء	٢٧٨
العلوم	٢٧٩
التكنولوجيا	٢٨٠
البيئة	٢٨١
الفضاء	٢٨٢
الكائنات الحية	٢٨٣
الكيمياء	٢٨٤
الفيزياء	٢٨٥
العلوم	٢٨٦
التكنولوجيا	٢٨٧
البيئة	٢٨٨
الفضاء	٢٨٩
الكائنات الحية	٢٩٠
الكيمياء	٢٩١
الفيزياء	٢٩٢
العلوم	٢٩٣
التكنولوجيا	٢٩٤
البيئة	٢٩٥
الفضاء	٢٩٦
الكائنات الحية	٢٩٧
الكيمياء	٢٩٨
الفيزياء	٢٩٩
العلوم	٣٠٠
التكنولوجيا	٣٠١
البيئة	٣٠٢
الفضاء	٣٠٣
الكائنات الحية	٣٠٤
الكيمياء	٣٠٥
الفيزياء	٣٠٦
العلوم	٣٠٧
التكنولوجيا	٣٠٨
البيئة	٣٠٩
الفضاء	٣١٠
الكائنات الحية	٣١١
الكيمياء	٣١٢
الفيزياء	٣١٣
العلوم	٣١٤
التكنولوجيا	٣١٥
البيئة	٣١٦
الفضاء	٣١٧
الكائنات الحية	٣١٨
الكيمياء	٣١٩
الفيزياء	٣٢٠
العلوم	٣٢١
التكنولوجيا	٣٢٢
البيئة	٣٢٣
الفضاء	٣٢٤
الكائنات الحية	٣٢٥
الكيمياء	٣٢٦
الفيزياء	٣٢٧
العلوم	٣٢٨
التكنولوجيا	٣٢٩
البيئة	٣٣٠
الفضاء	٣٣١
الكائنات الحية	٣٣٢
الكيمياء	٣٣٣
الفيزياء	٣٣٤
العلوم	٣٣٥
التكنولوجيا	٣٣٦
البيئة	٣٣٧
الفضاء	٣٣٨
الكائنات الحية	٣٣٩
الكيمياء	٣٤٠
الفيزياء	٣٤١
العلوم	٣٤٢
التكنولوجيا	٣٤٣
البيئة	٣٤٤
الفضاء	٣٤٥
الكائنات الحية	٣٤٦
الكيمياء	٣٤٧
الفيزياء	٣٤٨
العلوم	٣٤٩
التكنولوجيا	٣٥٠
البيئة	٣٥١
الفضاء	٣٥٢
الكائنات الحية	٣٥٣
الكيمياء	٣٥٤
الفيزياء	٣٥٥
العلوم	٣٥٦
التكنولوجيا	٣٥٧
البيئة	٣٥٨
الفضاء	٣٥٩
الكائنات الحية	٣٦٠
الكيمياء	٣٦١
الفيزياء	٣٦٢
العلوم	٣٦٣
التكنولوجيا	٣٦٤
البيئة	٣٦٥
الفضاء	٣٦٦
الكائنات الحية	٣٦٧
الكيمياء	٣٦٨
الفيزياء	٣٦٩
العلوم	٣٧٠
التكنولوجيا	٣٧١
البيئة	٣٧٢
الفضاء	٣٧٣
الكائنات الحية	٣٧٤
الكيمياء	٣٧٥
الفيزياء	٣٧٦
العلوم	٣٧٧
التكنولوجيا	٣٧٨
البيئة	٣٧٩
الفضاء	٣٨٠
الكائنات الحية	٣٨١
الكيمياء	٣٨٢
الفيزياء	٣٨٣
العلوم	٣٨٤
التكنولوجيا	٣٨٥
البيئة	٣٨٦
الفضاء	٣٨٧
الكائنات الحية	٣٨٨
الكيمياء	٣٨٩
الفيزياء	٣٩٠
العلوم	٣٩١
التكنولوجيا	٣٩٢
البيئة	٣٩٣
الفضاء	٣٩٤
الكائنات الحية	٣٩٥
الكيمياء	٣٩٦
الفيزياء	٣٩٧
العلوم	٣٩٨
التكنولوجيا	٣٩٩
البيئة	٤٠٠
الفضاء	٤٠١
الكائنات الحية	٤٠٢
الكيمياء	٤٠٣
الفيزياء	٤٠٤
العلوم	٤٠٥
التكنولوجيا	٤٠٦
البيئة	٤٠٧
الفضاء	٤٠٨
الكائنات الحية	٤٠٩
الكيمياء	٤١٠
الفيزياء	٤١١
العلوم	٤١٢
التكنولوجيا	٤١٣
البيئة	٤١٤
الفضاء	٤١٥
الكائنات الحية	٤١٦
الكيمياء	٤١٧
الفيزياء	٤١٨
العلوم	٤١٩
التكنولوجيا	٤٢٠
البيئة	٤٢١
الفضاء	٤٢٢
الكائنات الحية	٤٢٣
الكيمياء	٤٢٤
الفيزياء	٤٢٥
العلوم	٤٢٦
التكنولوجيا	٤٢٧
البيئة	٤٢٨
الفضاء	٤٢٩
الكائنات الحية	٤٣٠
الكيمياء	٤٣١
الفيزياء	٤٣٢
العلوم	٤٣٣
التكنولوجيا	٤٣٤
البيئة	٤٣٥
الفضاء	٤٣٦
الكائنات الحية	٤٣٧
الكيمياء	٤٣٨
الفيزياء	٤٣٩
العلوم	٤٤٠
التكنولوجيا	٤٤١
البيئة	٤٤٢
الفضاء	٤٤٣
الكائنات الحية	٤٤٤
الكيمياء	٤٤٥
الفيزياء	٤٤٦
العلوم	٤٤٧
التكنولوجيا	٤٤٨
البيئة	٤٤٩
الفضاء	٤٥٠
الكائنات الحية	٤٥١
الكيمياء	٤٥٢
الفيزياء	٤٥٣
العلوم	٤٥٤
التكنولوجيا	٤٥٥
البيئة	٤٥٦
الفضاء	٤٥٧
الكائنات الحية	٤٥٨
الكيمياء	٤٥٩
الفيزياء	٤٦٠
العلوم	٤٦١
التكنولوجيا	٤٦٢
البيئة	٤٦٣
الفضاء	٤٦٤
الكائنات الحية	٤٦٥
الكيمياء	٤٦٦
الفيزياء	٤٦٧
العلوم	٤٦٨
التكنولوجيا	٤٦٩
البيئة	٤٧٠
الفضاء	٤٧١
الكائنات الحية	٤٧٢
الكيمياء	٤٧٣
الفيزياء	٤٧٤
العلوم	٤٧٥
التكنولوجيا	٤٧٦
البيئة	٤٧٧
الفضاء	٤٧٨
الكائنات الحية	٤٧٩
الكيمياء	٤٨٠
الفيزياء	٤٨١
العلوم	٤٨٢
التكنولوجيا	٤٨٣
البيئة	٤٨٤
الفضاء	٤٨٥
الكائنات الحية	٤٨٦
الكيمياء	٤٨٧
الفيزياء	٤٨٨
العلوم	٤٨٩
التكنولوجيا	٤٩٠
البيئة	٤٩١
الفضاء	٤٩٢
الكائنات الحية	٤٩٣
الكيمياء	٤٩٤
الفيزياء	٤٩٥
العلوم	٤٩٦
التكنولوجيا	٤٩٧
البيئة	٤٩٨
الفضاء	



# تَعْرِفُ خَفَايا المادّة

٤٠٠ ق.م. الفيلسوفان اليونانيان ديمقريطس وأبيقور، يُعلّمان أن المادة تتأثت من ذرات دقيقة دائية الحركة، لا تُدرك بالحواس، لا تقسيم ولا نفس.



ديمقريطس

قلّل الناس على مدى مئات السنين يمتدّون بمفولة أرسطو إن عناصر المادة الأساسية أربعة هي: النار والماء والتراب والهواء.

يعتبر أفلاطون أن هذه العناصر تتكوّن ذرات العناصر الأربعة: النار والماء والتراب والهواء.

٣٠٠ ق.م. كان الفيلسوفان اليونانيان، أفلاطون وأرسطو، يعتقدان بإمكانية استمرارية تقطيع المادة إلى قطع أصغر فأصغر.

الجرّافون المهرة، كالمُخَمِّلِينَ والصّباغين والخزّافين، هم خبراء التقانات الصناعيّة.



تنشأ جزيئات الغاز (البوم) في هواء الجوّاريف.



تترابط ذرات الصوديوم والكور لتكوّن كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).

العالم البريطاني السير إسحق نيوتن (١٦٤٣-١٧٢٧) يقول بإمكانية تجاذب الجسيمات الدقيقة وتناثرها.

علماء العصر يشيرون الاحتراق بفرصة انطلاق اللاهوب (العنصر الملتهب) اللامتطور المتواجد في المواد القابلة للاحتراق.



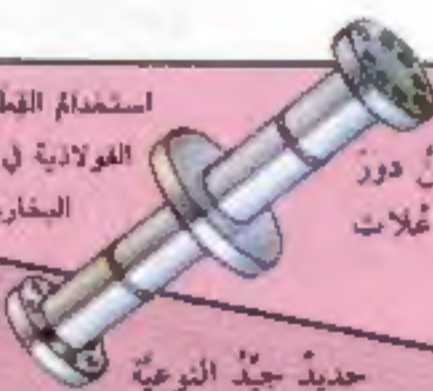
الباحثون يدرسون الحرارة ويستقصون خصائص الغازات المكتشفة حديثاً مثل ثاني أكسيد الكربون.

العالم الفرنسي أنطوان لافوازييه (١٧٤٣-١٧٩٤) يبيّن دور الأكسجين في الاحتراق وتفاعلات أخرى، ويدحض فرضية اللاهوب.



١٨٠٨ الكيميائي البريطاني، جون دالتون، يُدخل المفاهيم المعاصرة للعناصر والمركّبات وتألفها من ذرات وجزيئات.

استخدام القطع الفولاذية في السفن البخارية.



حديد جيّد النوعيّة ورخيص يُستخدم في صناعة القوالب.

يتكوّن الفحم لسائلاً من الكربون.



اختراع محركات الاحتراق الداخلي باستخدام الغاز أو البنزين كوقود.

١٨٣٠ الكيميائيون الألمان برنارد على الكربون كأساس للكيمياء العضوية (كيمياء الكائنات الحيّة).

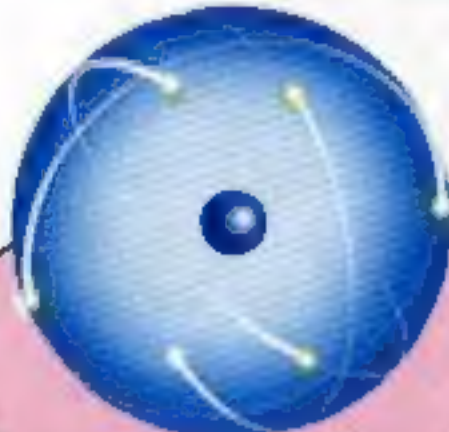


استخدام الأشعاع والشمس الاصطناعية لطوبى الحجر.

١٨٦٩ الكيميائي الروسي، دميتري مندلييف، يستطع الجدول الدوري الذي يربّط العناصر في مجموعات متماثلة تبعاً لأوزانها الذريّة.



١٨٩٧ اكتشاف الإلكترونات بواسطة الفيزيائي البريطاني، ج.ج. طومسون، يبيّن أن الذرات ليست أصغر الجسيمات.



استخدام الأشعّة السينيّة، المُضَرّة بالأسجة أصلاً، مُلَغَنَةً لتوفير معلومات طبيّة مُفيدة، وتمكين الأطباء من مُشاهدة دواخل الجسم وتشخيصه الجمل فيه.



إنتاج الأجهزة التلفوتية بالجمّة من لُبنة الباكليت الراتنجيّة المُصنّعة، وتطوّر صناعة اللدائن إلى صناعة عالميّة كبرى.



١٩٢٩-١٩٤٥ العلماء يسيرون تواطى النواة المركزية للذرات، واكتشاف جسيمات أصغر بكثير من النواة كالبروتونات والنيوترونات.



البحث يتركز خلال الحرب العالمية الثانية على صناعة القنبلة الذرية وعلى عقار البسبيلين، المُضاد الحيوي المُعال ضد البكتيريا.

اكتشاف الكواركات داخل البروتونات والنيوترونات.



يواصل الفيزيائيون اكتشاف جسيمات ضوئية دون الذرية أصغر فأصغر مثل الكواركات.

تصنّع الملابس الرخيصة من الأقمشة الاصطناعية كالنيلون.



تُبزّد لُبنة النيليون، المُصنّعة عبر الثقوب، خبيرة جامدة متينة تُغرل وتُلف على ميكات.



لا يزال العلماء يحاولون تقصي أصل الكون وبدايات خلقه.





# تَعْرِفُ خَفَايا الطَّاقَةِ واستخداماتها

الحضارات الأولى تعتمد على قدرة الرياح وعلى القوة العضلية في الشَّرق والبناء. وتستخدم الخشب كمصدر حرارة.



عالم الرياضيات اليوناني، أرخميدس، يضع مبادئ علم الميكانيكا ويخترع الكثير من البناط والآلات المهمة.



لؤلؤ رخسبي

على مدى مئات السنين، قلَّت نظريات وأفكار الفيلسوف اليوناني، أرسطو، مُسيطرًا على مختلف مجالات الفكر والمعرفة.



الفيزيائي وعالم الفلك الإيطالي، غاليليو، يؤكد على استخدام التجربة والاختبار والقوانين الرياضية في تقصي أسرار الطبيعة.



جهاز شبيح تجارت غاليليو على المقذوفات.

1687  
إسحق نيوتن  
ينشر نظريته عن الجاذبية، بقانون رياضي فريد يحدد حركة الكواكب الحرة كما يحدد حركة الأشياء على الأرض.



1710  
المفاتيح يستخدم لسنوات عديدة بين مؤيدي نيوتن في أن الضوء يتألف من جسيمات دقيقة وبين مؤيدي الفيزيائي الهولندي، هيجنز، في أن الضوء ذو طبيعة موجية.

1710  
اختراع وعاء تيدن، الذي يحلّز الشحنات الكهربائية الساكنة، يُمكن العلماء من إجراء تجارب كهربائية جديدة.

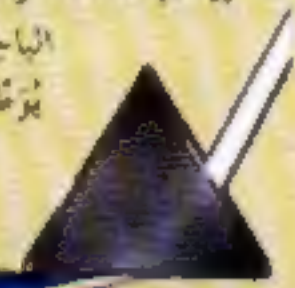


1770-1776  
المحركات البخارية الأولى تحلّ محلّ الأحصنة في ضخ الماء من مناجم القصدير وتطوّر المحركات البخارية لاحقًا إلى قاطرات.



1749  
الساندرو فولتا، في إيطاليا، يخترع البطارية، أول مصدر للكهرباء الثابتة.

1749  
باستخدامهم تقنيات رياضية متقدمة واختبارات دقيقة، الباحثون الفرنسيون يوطقون النظرية الموجية للضوء.



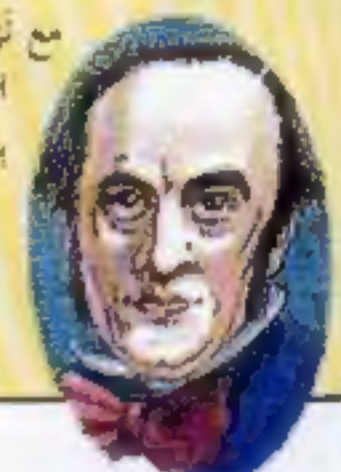
المحركات البخارية تُبدّل بالطاقة المعامل الجديدة والقطارات، جاعلة من بريطانيا أولى البلدان الصناعية في العالم.



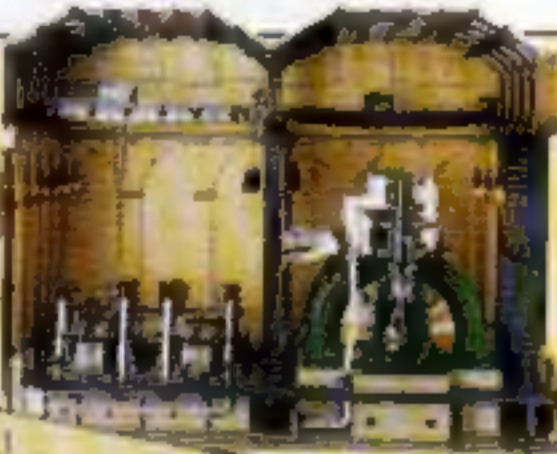
1831-1840  
العالم البريطاني، مايكل فارادي، يستخدم قوى التحاوب والتأثير المغناطيسية كأساس لطبع الدينامو (المولد الكهربائي) عماد توليد الكهرباء الصناعية والمنزلية.



مع تزايد أهمية الشبكات، يقوم الفيزيائيون والمهندسون بدراسة العلاقات بين الحرارة والقدرة والشغل.

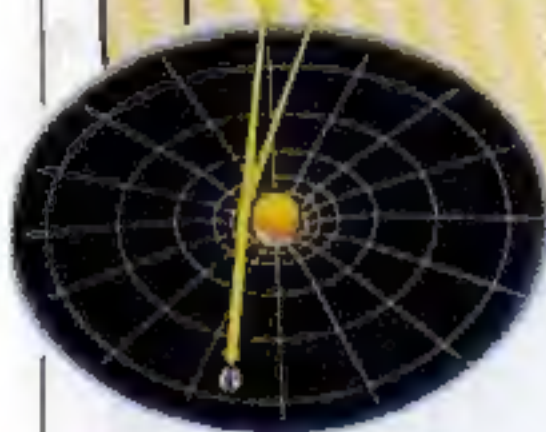


1888  
الفيزيائي، هنري هيرتز، يثبت أمواجًا راديوية (لاسلكية) في مختبره وهو اكتشاف يجلي بالغ الأهمية.

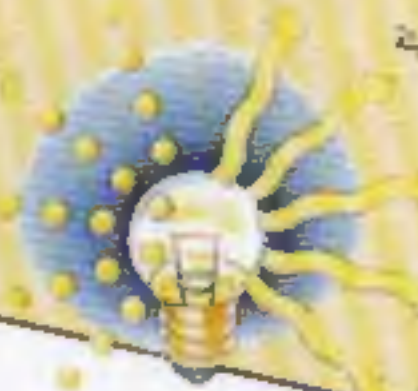


شبكات الغاز والكهرباء تبدأ في تغيير أساليب الصناعة ونمط حياة الناس اليومية أيضًا.

1910  
العالم الألماني المولد، ألبرت أينشتاين، يُحدث تغييرًا جذريًا في آرائنا حول الكون بإخراجه النظرية النسبية العامة على أسس رياضية.



في العام 1919، ارتأى أينشتاين أن مسار شعاع ضوئي ينحني بالجاذبية. وقد تأيد ذلك بأشاهدات التي أجريت على ضوء النجوم أثناء خسوف الشمس.



النظريات الحديثة لميكانيكا الكم تُحدد طبيعة الضوء كجسيم من الفوتونات الدقيقة تعمل كموج وكجسيمات.

العالم البريطاني، جيمس جولد (1868-1948) يُحدد العلاقة بين الشغل والحرارة (مبدأ الحفظ الميكانيكي للحرارة).

1910  
العالم يُدخل بالقدرة التدميرية للفيلة الذرية بعد مُبثلي هيروشيما وناغازاكي.



العلماء ينفقون النشاط الإشعاعي أكثر فأكثر بفضهم البنية الداخلية لنواة الذرة.

المحطات الحديثة لتوليد الكهرباء تستخرج الطاقة النووية لأغراض السلام.

حُرِّم الضوء الفاتحة القدرة التي تُنتجها الليزر شرعًا ما يوجد لها استعمالات عدة في الفيزياء والصناعة والطب.



سرعات الشَّرّ تزايدت فيما يُخطّط الأمريكيون على سطح القمر وتكبيّل الكونكورد رحلتها الجُكر عام 1969.



1979  
بدراسهم لقوى الكونية الأربع، يربط الفيزيائيون بنجاح بين القوى الكهرومغناطيسية وبين القوى النووية الضعيفة.



يتابع العلماء استقصاء ما إذا كانت جميع المجرات في الكون تحكُمها القوانين الفيزيائية نفسها.

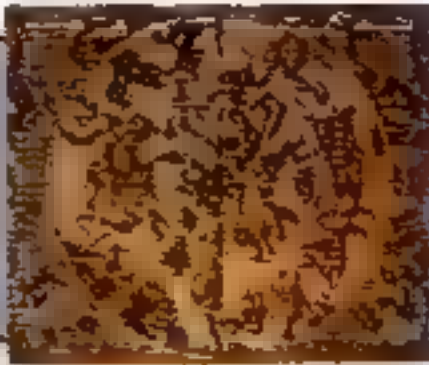


# تَعْرِفُ خَفَايا الْأَرْضِ وَالْفَضَاءِ

انبسط الإغريق خرائط مُعَقَّدة يَشْمَاءُ  
مُسَوَّحةً من اعتقادهم بالمحلوقة  
الأسطورية

مُعَظَّمُ فلاسفة الإغريق  
يرتأون أن الأرض ثابتة  
في مركز الكون

شعرت الحضارات القديمة لديهم آراء مُثابرة  
حول الكون فالهندوس يرون أن الأرض بحملتها  
أربعة دِلَّةٍ تدور على ظهر نَاجٍ ضخمه



صورة طبق الأصل عن شتوكوب  
عالميو دي المسيسي

غاليليو يُؤيِّد نظريات كوبرنيكوس ويستخدم  
بقراءة (تلسكوب) لرصد القمر  
والكواكب

١٥٤٣

عالم الفلك  
اليوناني كوبرنيكوس، يزعم أن سلوك  
الأجرام السماوية يمكن تخطيطه بصورة أفضل إذا كانت  
الأرض هي التي تدور حول الشمس.

١٧٨١

عالم الفلك البريطاني، وليام  
هرشل، يرسم خرائط لسحوم وبيكنش  
كوكب جديد هو كوكب أورانوس



الركب للملك الشرف

الآلات الحديثة الأكثر  
دقة تمكن الناس من  
تسجيل وحجم  
المعلومات عن حو الأرض وبدأت تلك علم  
جديد هو علم الأرصاد الجوية.

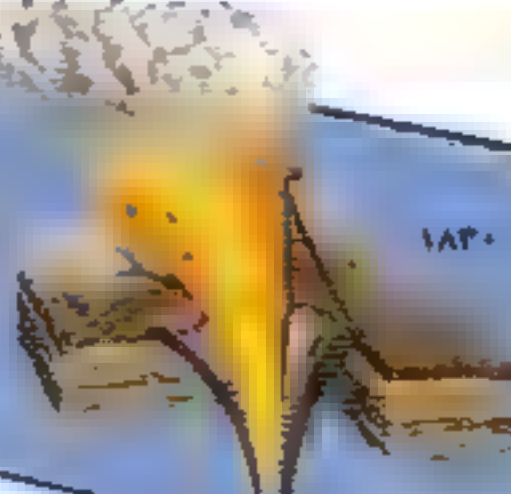
بتزايد قبل وشيخ  
مفهوم إسحق نيوتن  
ومفولته بنظام  
كواكب مركزه  
الشمس، وتقلبه إلى  
أفلاكه قوى الجاذبية

بفيلس ليونتي



مع توسع الامبراطوريات  
الأوروبية انطلقت مشاريع  
واسعة المدى لرسم الخرائط  
والمسحوظات الجغرافية  
وقياسات المائت من حولها

دريج جابر للكون



١٨٣٠

الجيولوجي السويدي، شارلز لايل،  
يرتقي أن الأرض تتغير لتغيرات  
تدرجية منذ ظهور  
طبقة

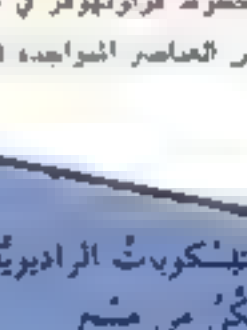
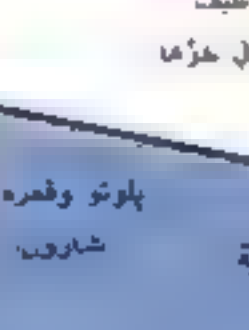
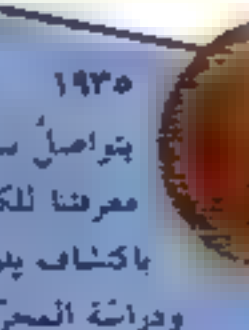
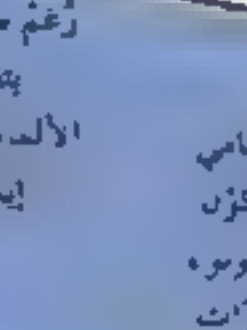
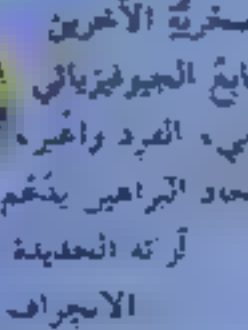


١٨٩٦

الفيزيائي الفرنسي، هنري بيكريل،  
يكشف النشاط الإشعاعي الذي  
يحدث في قِياس عمر الأحافير  
فُسكنا

١٩٠٨

بناء تلسكوب  
جديد هدم في فرنسا جبل ويلسون  
بكاليفورنيا في الولايات المتحدة.



العلماء بطورون نظريات فلكية مُعَقَّدة حول  
صورة الكون في حدث مُعَرَّو فريد يُسمونه  
الامجار العظيم

انتشأ بأحوال  
انفجس يفسح  
مانع الدهم بمساعدة  
الحواسيب المثالة  
والموائيل الدائرة حول  
الأرض.

الأمريكيون والروس  
يُطلقون مركبات  
فضائية مأهولة لاستكشاف  
القمر ويُسَلِّون السوايز بعيدا  
في الفضاء

علماء الأمريكيون والبريطانيون يُجرون قياسات  
تؤكد النظريات الثورية حول الانجراف القاري  
والكتونية النشطة



رُخلة القوية في مشروع أبولو  
تُطلق من العربيه القمرية  
تبادر سطح القمر عام ١٩٦٩.

يُستلَّ العلماء الكون، كلفاقية  
صحيحة تتخذ من نقطه صغيرة  
حدث فيها الإنفجار العظيم



# تَعْرِفُ الكائنات الحية ودراستها

لنفس في حضرات مصر  
تقديمه يعتقدون بأن لألهة  
موتية متصلة بالهات  
والحيوان تؤثر في حياتهم



الاستدلال في مصر  
القديمه قديمه

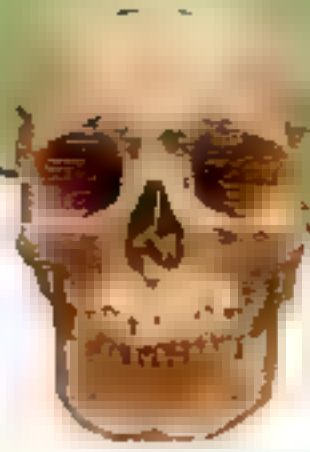
الميلوث اليوناني، أرسطو، يُشدد على  
أهمية دراسة الحيوانات  
ونفسها.

الحيثيون (الكيميائيون القدامى)  
يحاولون تحويل المواد العادية  
إلى ذهب، وتُجرى التجارب  
أيضا على العلاجات الطبية

مجموعة من القرن الرابع عشر  
تُصور جيمسنا الله الخلد

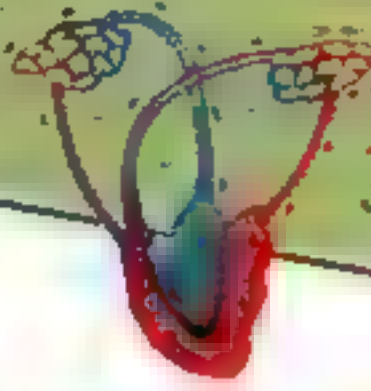


الطبيب  
الابن الهيثم (965-1039)  
يشرح المخط  
ويشرح كيفية تركيب  
الجسم البشري

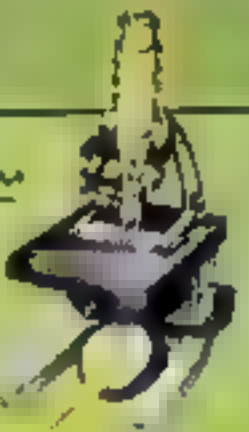


1628

الطبيب البريطاني وليام هارفي يصف  
كيف يُضخ القلب الدم حول الجسم باستمرار.  
لوكاس الطيب اللعشفي ابن العيس قد وصف  
ذلك بين القلب والربتين قبله بثلاثة قرون.



شغلته كيميائية تصنيف  
الحدود الرومسي (فيليكس)  
لوماشا من 31



مع بحس الأحجرة  
ولالات، سم  
محض است  
لمحيرة لأواع  
عديدة من البات والحيوان  
بمصاص أفق

1719

عالم النبات السويدي، كارل سويس،  
يؤلف نظام السند حاليا لتصنيف  
النباتات والحيوانات مُستحيما  
النسبة الثانية باللاتينية



عالم الطبيعة الفرنسي، جورج-لويس بوفون  
(1707-1788) يقول بأحتلال صفوف الكائنات  
الحية شعير من تدريجية بطيئة مُد مد استعفة

وتُحذ  
الأحاجر يُشير لعدم  
الإحائي الفرنسي البارون جورج  
كثيوليه يزعمه أن  
الأنواع قد تفرص  
وتُختل



نظرية عالم الأحياء  
الفرنسي، جان لامارك (1744-1829)  
بأن الحيوانات تتوارث الصفات البيئية  
لممكنة من جيل إلى جيل  
بعضها ليس المؤيد حتى فترة  
عبر قصيرة من الزمن لعشرين



بعد تحديهم  
المجهرية اعصبت  
تقدم علماء  
الأحياء الأعمار  
نظريات جديدة حول  
تطور الأحياء

المسام الحث

الباحثون الآن يكتون أن  
الخلايا هي الوحدات الأساسية  
في حياة الأحياء النباتية والحيوانية.



التعاليه التي تعيش في  
المواضع الطبيعية المتعددة، في مختلف أنحاء  
العالم، متشابهة في الغالب لأنها مكتلة  
للعيش في نظم بيئية متماثلة



سبعة تحديهم العنفة المديفة،  
يشرح الكيميائي الفرنسي،  
لويس بوشير أن الأحاجر  
نُسبة كائنات مجهرية

مساعد الثرشوريت التشبيه  
بمقصود الدوري، في حذر  
علاياغوس أشهر  
منايا  
واحدة املاها  
موج الغداء في سبها  
المتغيرة



1859

عالم الطبيعة البريطاني،  
تشارلز داروين، يشرح كتابه  
الباحث الأثر في تاريخ الفكر  
حديث أصل لأواع  
يدعم فيه نظريته حول  
التطور (التنوع والارتقاء).

نظريات الوراثة الحديث  
تبدأ مع إعادة اكتشاف ما كان توصل إليه  
عربور مندل (1822-1884) عن قوانين  
الوراثة في  
البسلي



علماء الكيمياء  
الحيوية يبنون  
الأهمية المتزايدة البالعة  
لمقادير حسنة من بعض الكيمويات  
كالكيمياءات والهرمونات



1919 - 1940

الرعاية الصحية تتحسن بشكل  
لافت مع بدء إنتاج المضادات  
محيوية بالخلطة

1990 - 1999  
تقنيات جديدة في الهندسة الوراثية مثيرة  
للجدل، تُمكن العلماء من تصنيع  
حيوانات خالية من الأمراض، وتوليد إنتاج  
أكبر من اللحوم.

1980 - 1989  
علماء استنتجوا أن التلوث  
في بلادنا يُسبب مطرا حامضا في  
بلاد أخرى يُحقن مساحات  
شاسعة من ألت الطبيعي فيها

الاجرة لشامة المنطقة في  
الجو تزداد مع زيادة  
في الهواء وسماكة مطرا

يسمى علم ابيولوجية  
أنجريتة احديد يسعد  
بعض العلماء طبعه  
اجيدت والسنر

1953  
اكتشاف  
الشيو  
الترددية للولية  
للمركب الكيموي  
دون المسؤل  
عن لورته، يُحدث تغييرات  
جسدية مثيرة في علم الأحياء





# العلماء - كيف وماذا يعملون؟

العلماء أناسٌ من مختلف المشارب ومأحي الحباه، رجالاً ونساءً، همَّهم إدراك الحقيقة والمعرفة المنظمة حول مواضيع معينة بمنهجية علمية مُقررة تؤدي إلى فهم أفضل لحقائق الكون وقوانينه وإيجاد طرائق وأساليب لتحسين العيش فيه. فمن تمي

محبري يفحص الدم في مستشفى أو مستوصف إلى رياضي فيرباني يدرس أصل الحلقة إلى عالم نبات يجمع عيّنات التّسّ النادرة إلى كيمائي يُطوّر نوعاً جديداً من مُنكّهات الطعام، كلّهم علماء يشدون بالعلم عالماً أفضل

هذا حول نخرون حركه بحمليّة



## مُتوبات العلم

العلماء يُعرّون علمهم لأنهم يجدون الرّبح العلمي الذاتي فيه، ولأنّ تقدم العلم يُفيد المجتمع

بحرمة قنبلة برونه في صحراء نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية



## إيجابيات العلم وسلبياته

يعتمد علم الحديث على استقراء واستنباط واستدلال، حيث يجب على الباحث أن لا يُعتمد فقط على ما قيل من قبله بل على ما هو عليه في الواقع. ومن سلبياته: أن بعض الناس يهتمون بالعلم من أجل الشهرة والمال، وليس من أجل المعرفة الحقيقية. كما أن بعض الناس يهتمون بالعلم من أجل التسلية، وليس من أجل الفائدة.



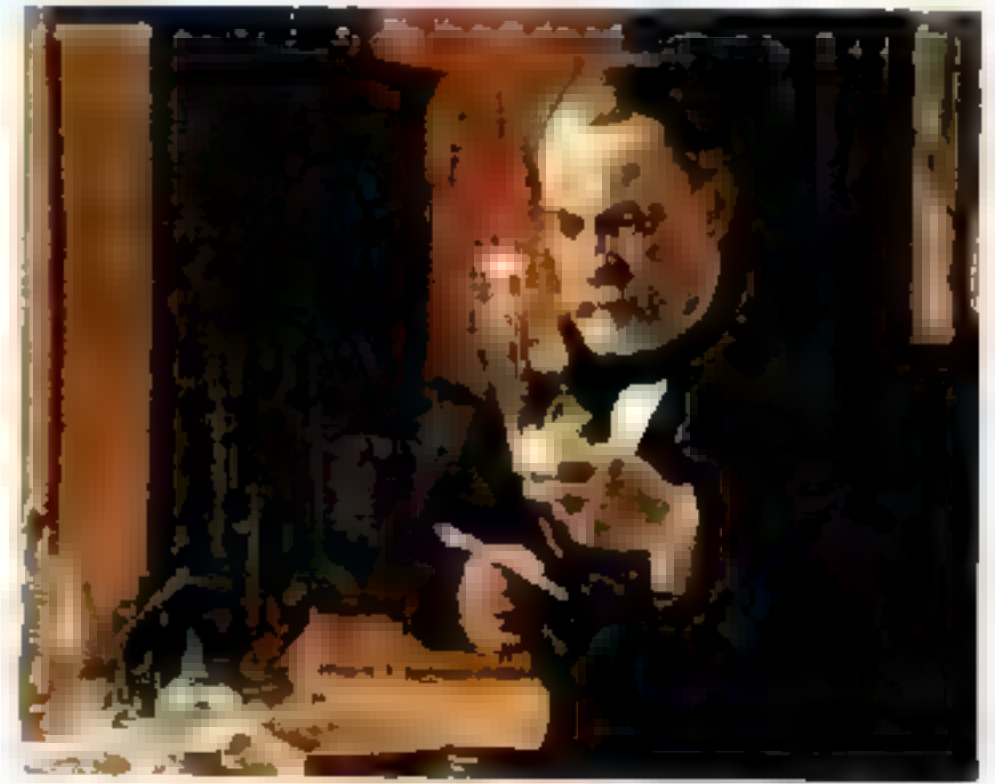
## مُتوبات شخصية

تتميز من الناس بجدول علمهم فيه لأنه يقدّر لهم بقاءهم في هذا العالم. فكلما كان العلم أكثر، كلما كان الشخص أكثر قدرة على مواجهة التحديات.

الفرد موبل (١٨٢٢-١٨٩٦)

## العلماء - من هم؟

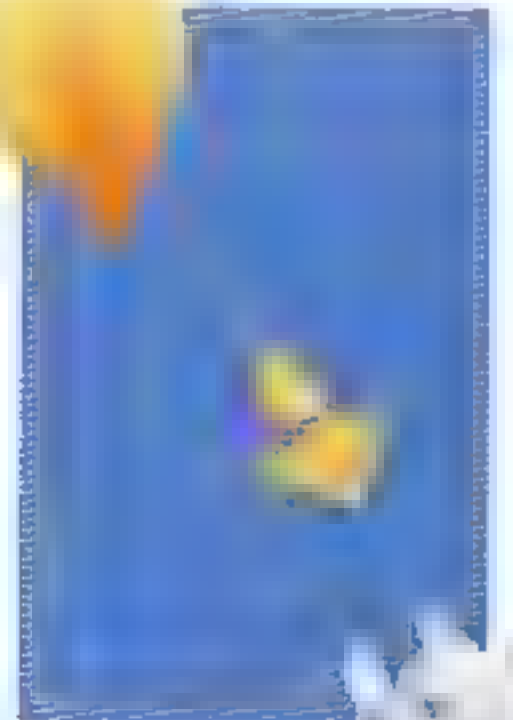
العلماء معاصرون رجاء وساء محبرون اختصاصيون، يستهدفون بأعمالهم تقضي الكون من حولهم، وابتداع طرقي فعلة جديدة لاستخدام موارده قليل من العلم. يصح من أشهر أن الشكوك باهرة هذه، ولكن الملائم منهم، بعلمهم بدهوت الدقيق والمتوسط، تُسهون تقدم المعرفة عنهم وتحسين نوعه الحياه



لويس باستير (١٨٢٢-١٨٩٥) شكك في لقاح لداء الكلب

## فريق البحوث

الاحتبارات العلمية الحديثه تامة الاعتماد، لذا تحذ مجموعة الباحثين يعملون كفريق. كلّ عضو منهم يُسهم بمعارفه ومهاراته الخاصة لإنجاح العمل. بعض العلماء يُنظمون عمل الفريق ويراقبون أجهرة الاختبارات



## الأجهزة والمعدات العلمية

يحمل الباحثون المعدات العلمية بأهميتها. أجهزة القياس التي تحوّل جميع المعلومات عن درجات الحرارة والضغط وسرعة الرياح على ارتفاعات مُختلفة



## أين يعمل العلماء؟

تُصور ونصير عادة أن العلماء يعملون في مختبرات، لكنّ أكثر من ثلثهم يعملون في أماكن أخرى. هذا خارج المختبرات، فبعضهم يعمل في دراسة النباتات والحيوانات في بيئاتها الطبيعية، وعلم الأحياء الجزيئية (دراسة الطّفرات)، والسّنة (علم تطوير وتحسين المحاصيل لزراعية) كلّها مجالات علمية تُعنى بتعلّث تجارت على الطبيعة خارج المختبرات



يعمل هذه العلماء شرعه بتحقيق لصوتي في حقن لانساج الرب من مزر الشحم

عالم بحري بحار الهندسة الوراثية

## الحواسيب

كثير ما سجدت أبحاث العلمة لحواسيب لآخر، الحاسبات الرياضية تطوّرته بعمق شريعته ودقة ومقدوره هذه الحواسيب بحدّ حركي وتقييم مجموعات ضخمة من الحقائق والمعلومات





## الاختبارات العلمية

إجراء التجارب أساسية وضروري لأرداء العلم فاحترهم يتبع بعين سيط في العلم الطبيعي يستمع العلماء الحصول على معلومات وأفكار عن أسرار الطبيعة واحترامهم النظريات المختلفة ومقارنتها يستطيعون احراز اقصاها لتعيل أحداث الكون من حولهم وتطوير معدات وكماويات ومسابح جديدة وقائه

### الملاحظة

بعض الاكتشافات المهمة - كاختراع البطاريات الكهربائية الذي بدأ في القرن الثامن عشر بتجاربه على لصق هي سبعة ملاحظات العلماء حول حدث عبر عادي وبدرهم لا يفسد ودلالة

شخص الضوء

التمتع من حد المحوم بقل

حديثه الششور



الاستادرو قولما وبصاريه اشدانيه، ١٩٩٩

### التجارب

لا سل عتد من صخه لا احر احديه وصدق وعشها لا بالحره قد احسب بربه لكه لاسب انفس حلال كوف شمس بويه ما ذكك نصه من نجم بعد بنحي، كما قول نظريه فكان ان نحي فعلا كدك حزب نوس باسم نراج ناه الكلب على صبي كان قد عضه كلب، كما

بصم العلماء أيضا تجارب لتيان أي من بريس متنافسين أفضل لاسر ماهره طبعه فعبه

فهر الشرح عندما يرى انفرج الذرق في خيط الطائرة الورقه، وقد كان فراكلين قد ربط فيه مقناخا

بغاية ودقة بالعين، يقوم العلماء بجمع المعلومات بتصيله عن كل شيء في العلم من حولهم ويتبادلونها فالنظريات العلمية تعتمد على تفسير وتعليل هذه المجموعه نهائيه من النقصات، وقد أسهمت المعلومات بحسونه في جعل تجميع هذه المعلومات وتحليلها أكثر فعاله



### التقصي والاستكشاف

مواث كونا يتقصون اسرار عفار حديد، ام سبه لاصه لدره، ام حده ذنق، ام صبعه شمس، انقلعه يحرون شحارب لامتصه طبعه الاساء

### الزهره العمليه

قد تكون لاجابات فمده في قناع لاس بصقة حدى نظريات بعلة هي بحريه حضره فثيره طمعت سرعه ان صرح برفق هو شكل من الكهرو، فطر نحامبي لرمكس (١٧٠٦ - ١٧٩٠) صابرة ورقه ناء عاصمه رغديه نحدث الكهرو، من حبه



## التقنيات والأساليب العلمية

نقد جميع الاعمال العلمية بطرق مستفه ومنهجه وقد طور العلماء اساليب مسوعة لمعالجة اساه المعلومات المختلفه

### التصنيف

نصف علماء لاشياء لاشهر عصر اسطاف في ضمه قد نطبت اسباب واحيوات في احسن وقصائل وفي محال الكماء، نيرت الحنون بدوري العاصره في مجموعات دورتي نس العلاقات مما بينها

### القياس

لصامات النصفه دور حاسم في محلات العلم وتهدسه لحدسه بما كان على العلماء بحد اوسايل والنظري لاس لاسافات الهائلة العظم، دلي من اسحوم، بالعباه والدقة ايها

انس بصول بهم حجم لخللا

النسوخه والاعداد بعباه الضمر

بمرب وبمرب



سواتل

روبوت

مفعده التركيب شطو في الفضاء

### المعدات

الاخذه منطوره نكك الفضاء من معده دور حل الدرب المساهبه لضر كما المحرب اساهبه بعد، ومن اكشف حفا الصعه الحنه واسرا ها



نقسم ششارب دور بطيور المعزده التي راها في خور علاءعوس ي نواع مختلفه

يستخدم اميكروسكوب الانكروسي في دراسه الخلايا انطوريه

## النماذج والنظريات

كما نستخدم الكراب الجرافه كنماذج مصغره للأرض، هكذا تصور العلماء نظريات، ويصفون القوانين الطبيعية، ويرسمون الماذج الرياضيه لتيان نظام الكون وتعليله

### النظريات

يستهدف العلماء في ما يصومونه من نظريات ليس فقط لتعليل المعلومات المنجمه بجاج، بل شرح علاقه الاحداث المختلفه بعضها مع حص و شش ساج احارب واحدش فمسنه

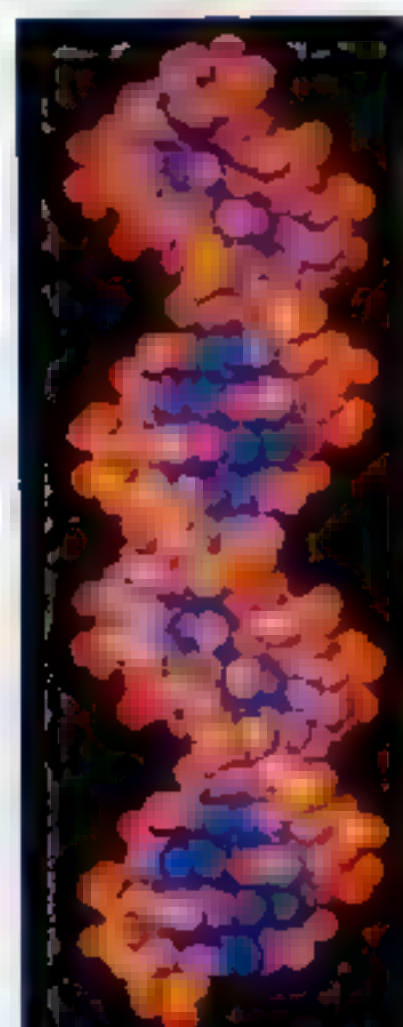
### النماذج الرياضيه

قاول الحدينه السهر لاسخر بوس هو بنودج دصق بعبا ناسك الكون بعصه مع عصر



اسحق نيوتن (١٦٤٣-١٧٢٧)

رشم بنودج حاسومي نيش السبه المربوحه اللوسه بخريه در النماذج الطبيعه النول المزوج هو بنودج طبيعي لسيه جريه دنا، المركب الكيماوي المسؤول عن حديا الوراثة





# إشارات ورؤوس السلامة

نصادف في حياتنا اليومية أشياء ومواد خطيرة أو سامة، لكن ليس من السهل دومًا التنبؤ إليها. فللمساعدة في التعرف على أمثال هذه المواد وتجنب أخطارها، وُضعت رؤوس وإشارات السلامة.

وتتألف هذه من صور وكلمات تحذيرية تُنبئ إلى مكان الخطر. وأنه لمن الضروري لك تعرف هذه الإشارات والرموز والتقيد بمضامينها من أجل المحافظة على صحتك وسلامتك.

## في المختبر المدرسي

الغاية العاقبة والانشاء الشديد ضروريان عند إجراء أية تجربة في المختبر، فبعض الكيماويات سامة، وإحماة بعضها الآخر، فوق حاروق «برن»، قد يكون خطرًا إذا لم تُراعَ الإجراءات الصحيحة. كما إن العديد من المواد المخبرية ذو رائحة حادة نفاذة، قد تُسبب أضرارًا غير حميدة إذا ما استنشقت.

ضع نظارات واقية دوماً، واحترس من الثياب الفضفاضة. (ولبغيات، أشكلي شغرك الطويل إلى الوراء).



مع نظارات



كيماويات خطرة



خطر بيولوجي



اليد نظافة

## في البيت

العديد من المنظفات المُستخدمة في الممارس يحمل سُميات ورؤوساً تحذير من سُميتها إذا اُتُلت أو اُشْتُبقت أو تُركت تُلامس الجلد فترة طويلة. عليك دومًا أن تعسل يديك بعد استخدام المواد الكيماوية، ولعلهُ من الضروري أحياناً ارتداء لباس واقٍ.



مواد سامة



ليس نياماً والمية



المر كمامة



كيماويات مُضرة



استخدم دوماً

براي من هو اكر منك

سناً قبل استعمال اي مادة في البيت.

إن اموانع المنطقة بحاضه قد

تكون شديدة السُمية



خطر النار



## في الشارع

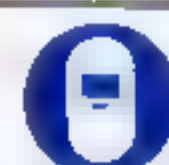
وأنت تسير في الشارع، انتبه إلى رؤوس وإشارات السلامة إن مواقع الإنشاءات ومخلفات المحروقات بحاضه قد تكون خطرة. رؤوس وإشارات السلامة تساعدك في تجنب المحاطر



ممنوع التدخين



سائل لهوب



مع قناع الفحم



مع واقني الأتس

يخطر القامور  
على المشاة غمور  
معص الطرّوق  
الحضنة  
للشركات العامة



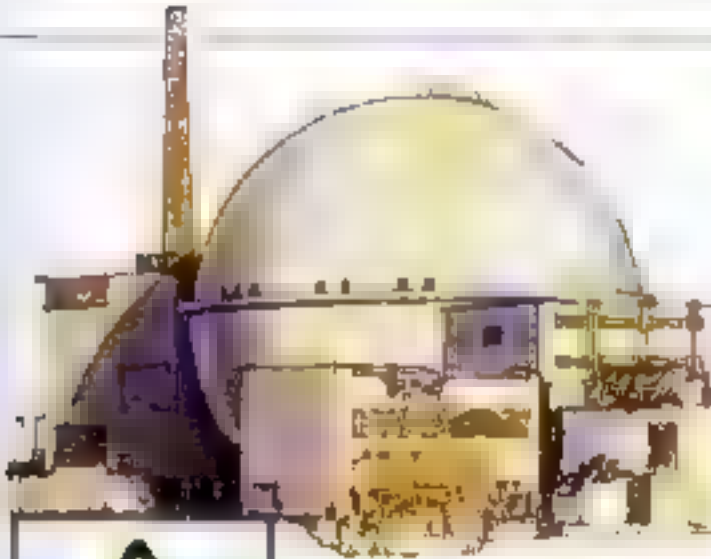
المر حذاء عالي



ممنوع المشاة



ممنوع المشاة



خطر الإشعاع



خطر الانفجار



خطر الانفجار



خطر الانفجار



# المادة

كُلُّ ما يخطرُ ببالك يتألف من المادة - إن كان الكتاب الذي تقرأه، أو الكرسي الذي تجلس عليه، أو الماء الذي تشربه. غير أن المادة ليست فقط تلك الأشياء التي تستطيع لمسها، فهي أيضًا تشمل الهواء الذي تستنشق والكواكب والنجوم في فضاء الكون الرحيب، كما كُلف الكائنات من حيوان ونبات وجماد. تتألف المادة بمختلف أنواعها وأشكالها من جسيمات دقيقة تدعى ذرات؛ وهذه تتألف بدورها من جسيمات دون الذرية أصغر بكثير من الذرات. علم الكيمياء يدرس تركيب المادة، وكيفية ترابط الذرات بعضها مع بعض لتكوّن المواد المختلفة.



## تكوين المادة

يعتقد معظم العلماء أن كل مادة الكون تكونت بانفجار هو الانفجار العظيم (إلى اليمين)، عقب حرارة وطاقة عظيمة جدًا وبعد نوايا مغذوبات تحولت بعض خرم الطاقة إلى جسيمات دقيقة، ثم تحولت الجسيمات الدقيقة إلى ذرات نوّفت الكون الذي نعيش فيه.



## المادة الحية

الأرض هي موطن الكثير من كائنات حية من نباتات وحيوانات على اختلاف أنواعها. ورغم أن الفراشة، مثلاً، تبدو مختلفة جدًا عن الصخر، فإن كليهما يتألف من ذرات، لكن هذه الذرات ترابط بشكل مختلف لتكوّن الشيء الآخر.



## المادة الجماد

معظم المواد في الكون جماد، لا نبات ولا حيوان، أي إنها لا تنمو ولا تتوالد ولا تتحرك ذاتيًا والموجود، مكوّن الأرض التي نعيش عليها، هي من الجماد.

## أصول علم الكيمياء

مد مئات السنين، وقيل أن يعرف أحد الذرات، كن الكيميائيون، الكيميائيون القدماء، يقومون ببعض التجارب لتعرف ماهية المواد وبراكيبها وقد حاولوا عشًا تحويل بعض المعادن الخسيسة كالزئبق إلى ذهب، كما بحثوا، وعشًا أيضًا، عن إكسير الحياة، للدواء الذي في زعمهم، يكسب الإنسان شفاءً دائمًا. وكان من بين الكيميائيين كثر من النساء، كما يشهد بذلك الاسم اللاتيني للكيمياء «أوبس مليروم» الذي ترجمته «شغل النساء».

هذه صفحة من مخطوطة عربية من القرن الرابع عشر



جسمانيون في تده العمل

## جسيمات المادة

يستخدم العلماء حجرة الفقااعات لتعيين أنواع الجسيمات دون الذرية. حجرة الفقااعات تحوي هيدروجينًا ساخنًا على درجة حرارة تقارب درجة عليه فالجسيمات المارة عبر الهيدروجين السائل تسبب عليه تاركًا في أثرها رنلاً من الفقاع ومع أن الجسيمات نفسها لا تُرى، فالمسالك الفقاعية التي تتركها وراءها يمكن رؤيتها بشرًا وهي محيطة السط لكل نوع من الجسيمات.



## مؤسس علم الكيمياء

يُعتبر الكيميائي الفرنسي، أنطوان لافوازييه (1743-1794) مؤسس الكيمياء الحديثة. فقد نشر لافوازييه ماحساراته الدقيقة أن المواد المتحرقة انحل وزنتها قبل الاحتراق (وأن هذه الزيادة يمكن إرائها بحرق المادة بالمحم الساسي)، واستنتج أن ذلك عائد إلى اكتساب المادة المتحرقة غازًا من الهواء (تطلقه عند احتراقها) أسماء الأكسجين. وقد عملت ماري لافوازييه (1758-1836) على ترجمة أعمال زوجها، وفامت سملايت منظمة لإتروبيها





# حالات المادة

الجبال والمحار والهواء الذي يكتنفها تمثل الحالات الطبيعية الثلاث للمادة فالجبل يتألف من صخر جامد، والبحيرة تتألف من سائل هو الماء، والهواء الذي نستنشق غازي القوام. معظم الجوامد صلبة ذات شكل وحجم محددين - رغم أن بعضها كالمطاط ذو شكل يمكن تغييره. والسوائل ذات حجم محدد أيضاً، لكن لا شكل ثابت لها وهي سيالة. أما الغازات فليس لها حجم ولا شكل محددين، وهي أيضاً سيالة، ومعظمها عديم اللون لا يرى. وتدعى السوائل والغازات مجتمعة بالموائع لأنها تسيل أو تنساب. ويختلف سلوك الحالات الثلاث للمادة لأن جسيماتها تتحرك بأشكال مختلفة.

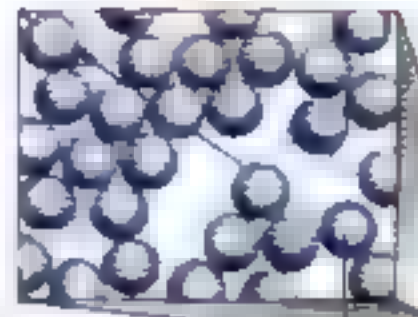


## الغازات

يسير العذرات بسلاً الحيز الذي تتواجد فيه لأن جسيماتها سريعة الحركة لذا ولعذر يسير له حجم أو شكل معين بل هو يتخذ شكل الوعاء المتواجد فيه فهذا اللون، النعني الشكل مثلاً، فمما نعال لهلوم والأشياء نمر عير العار سهولو لأن جسيماته بعيدة بعضها عن بعض. ألسنا نمشي عير الهواء دون أن نشعر بشيء؟



جسيمات الغازات متباعدة جداً وتتحرك بسرعة كبيرة لذا تأثر بقصها على البعض الآخر قصير جداً.



جسيمات السوائل تتحدب فيما بينها وتتلاصق مما في حرم تنزلق بعضها فوق بعض ونحزن بشرة



## الحالات الثلاث

نصورة أغلاء للبايع الحارة في وبنو، سورسدا، تُبين الحالات الثلاث للمادة في موقع واحد فاصغر جامد، واما سائل، والشعار المتصاعد غاز

## السوائل

عندما نضرب شرايا في كوب، والسائل يتخذ شكل الكوب مهما كان. أما إذا اندلق السائل فإن شكله يتغير. وإذا صببت السائل في وعاء آخر، فستغير شكل السائل أيضاً، لكن حجمه يبقى ثابتاً

## الجوامد

الجوامد، ككتف مثلاً، لها شكل معين، وليس من السهولة تغيير ذلك الشكل، لأن جسيمات الجسم الجامد مترابطة بعضها مع بعض بروابط قوية تجعل بنة الجامد بنة صلبة



جسيمات الجوامد مترابطة معاً وهي تتحدب فيما بينها بقوة كبيرة تمنعها من التحرك بشرة جسيمات الجوامد تنهد (تتشدب) في مواقعها فقط

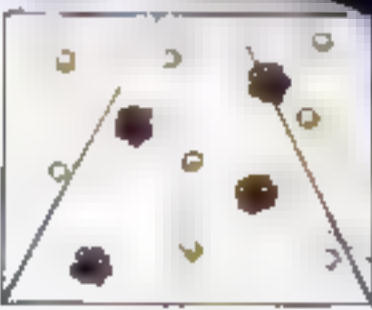


## البلازما

هنالك حالة رابعة للمادة تدعى البلازما، لكنها غالباً لا نشاهد. فهي تتواجد فقط على درجات الحرارة العالية جداً داخل الشمس والنجوم الأخرى، أو فوق الأرض على صعوط حميص. تتألف البلازما من ذرات منشطة فعل الحرارة أو الكهربائيه الهائلة الشده تحوي الكرة، في الصورة المقابلة، إلكرونا مركزياً محاطة بالبلازما. فإذا لمسنا سطحها، نغمر ونمصا من مركز الكرة إلى يدك، متقلة عبر مسالت في البلازما تكونها الذرات المنشطة.



الجسيمات الناتجة عن الذرات المنشطة تدعى أيونات والإلكترونات



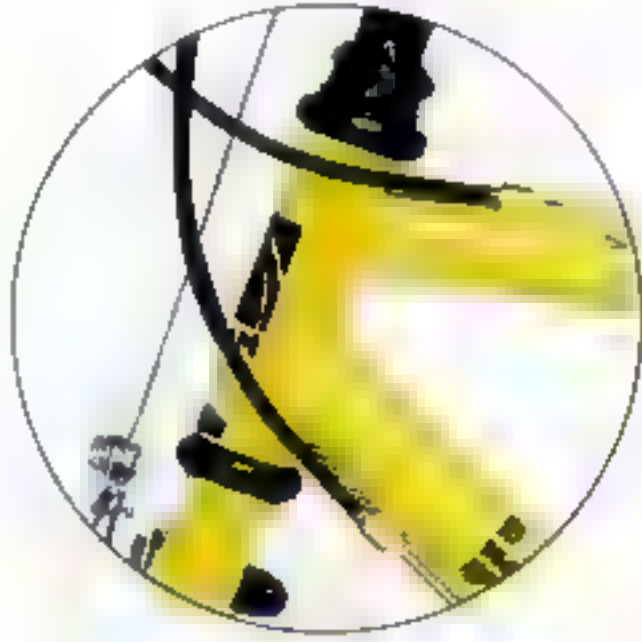


## حالات المادة في خدمتنا

الجوامد والسوائل والغازات حوالينا في كل شيء، ونخدمنا في عدة مجالات، في دراجتك، مثلاً، ترى حالات المادة الثلاث تعمل متكاملة باسجود. فاعديد من اجراء الدراجة مصنوع من الجوامد، حتى مقاط عجلتها - رغم انه مرون يتغير شكله على مطبات لصريق، والهواء المضغوط يملأ لعجلتين، والريش سائل لا يذ منه على سبيلة لدراجة وأحرلها المتحركة كفة

## الجوامد في خدمتنا

هيكل الدراجة حاسي صنت، وطارا، محسني وبر، مقهم صندة منة فحسؤ الهيكل اساسي لشه الدراجة وماشكها وفولاذ الإطارين والراموس الضند يخطف دقه اسدره العجلتين، وهذه بدقه ضرورية ومطلوبة لسلامة وسلامه مشروح



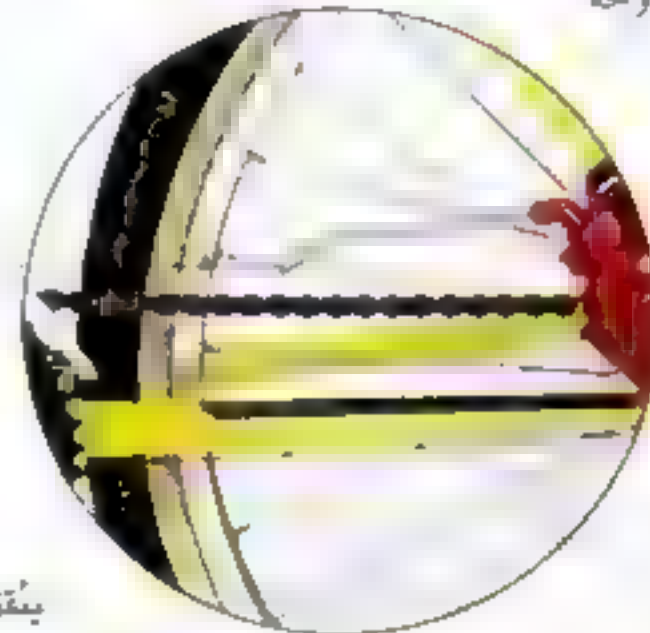
## السوائل في خدمتنا

سائل كلها سائلة، وبعضها أكثر سائلة من البعض الآخر، فزوجة شمس مقياس يحدد سرعة أو نطفه شيوه. فالماء يسهل شيوه لأنه قليل لزوجة، أما الزيت فمست سطر لأنها أشد لزوجة ونستخدم السوائل لتزوجة، كزيت، بين الأجزاء المعدنية المتحركة لتقليل الاحتكاك فيما بينها، ونعرف هذا بالترليق

يمكنك  
تقليل حجم الغاز محشره  
في حشر اصغر كما يمكنك حشر  
كثبات لتزايده من الغاز في الحشر نفسه  
وهو ما يحدث عندما تنفخ عجلة الدراجة



الريش على سبيلة  
الدراجة يرفق الاجراء  
المتحركة ونفها من المي  
السريع بالاحتكاك



## الغازات في خدمتنا

جلاًقاً للجوامد والسوائل، فالغازات لا حجم ثابت لها، أي إنك تستطيع ضغط الغاز أو تقليل حجمه، والغازات ضغوطة (تنضبط) لتواجد فراغات جمة بين جسيماتها. فإذا مر دولاب دراجة فوق مطب أو ارتطم بجسم صلب، ينضغط الهواء داخله فتحدث رجة الضدمة، ونحس إحساس راكب الدراجة بها

نشأ ليما المكبح  
على جانبي قرص  
الدولاب بضغط  
الشامل

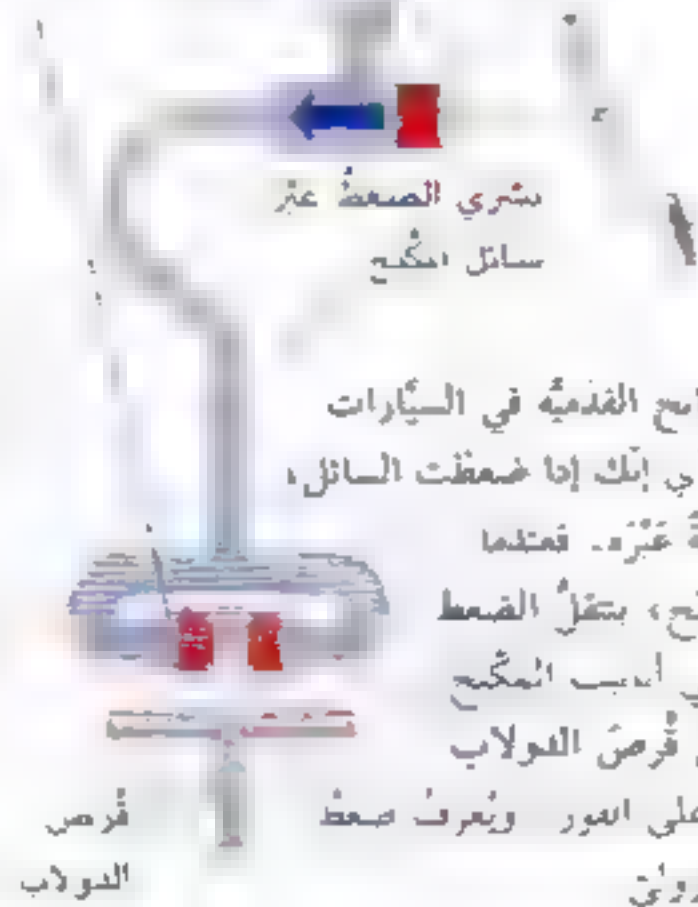
ينقل الكتاس  
الضغط من دغسة  
المكبح

نصعد دغسة  
المكبح

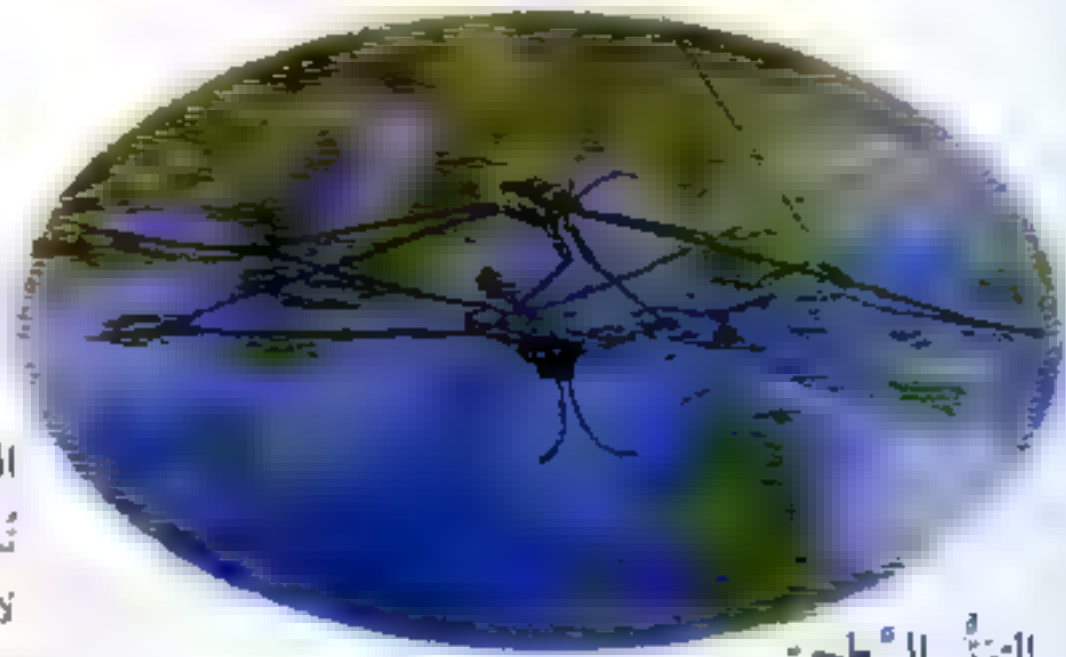
شري الضغط عبر  
سائل المكبح

## المكايح الهيدروليكية

نستخدم السوائل في المكايح الهيدروليكية في السيارات لأنها لا تنضغط بسهولة. أي إنك إذا ضغطت السائل، فالقوة المدولة تنقل كاملة عبره. فعندما يضغط السائق دغسة المكبح، ينقل الضغط عبر الكتاس إلى الشامل في أصب المكبح وهذا يجعل اللببات تقصر قرص الدولاب شدة، فتوقف السوائل على الفور. ونعرف ضغط الشامل هذا بالضغط الهيدروليكي



الطياراتيك حشرات خفيفة جداً تسير فوق الماء بفعل التوتر السطحي - مهيئة بأقدامها نقرًا صغيرة على السطح فقط



## التوتر السطحي

تجادب جسيمات الماء فيما بينها - فيشد بعضها نحو بعضها الآخر وتتدوي في جميع الاتجاهات. عبر أن أشد على جسيمات تنجح بالاتجاه السفلي أزيد إذ لا وجود لجسيمات ماء فوقها. نذ في اتجاه المعاكس يبدو السطح السطحي كثيف رقيق مغطى وهذا يمكن سطح الماء من حمل الحشرات الخفيفة السائرة فوقه

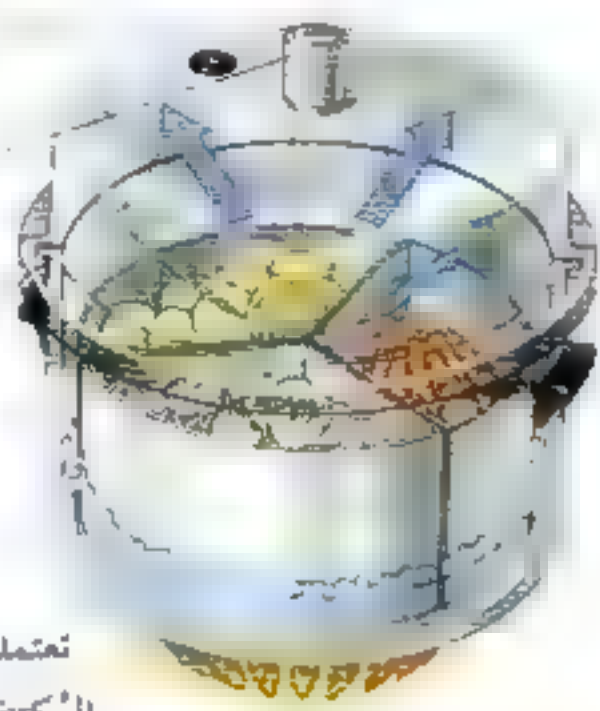
## لمزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- خصائص المادة ص ٢٢
- الترايط الكيموي ص ٢٨
- الطرية الحركية ص ٥٠
- سلوك الغازات ص ٥١
- لثوى في لموانع ص ١٢٨
- الشخص ص ٢٨٤



# تغيرات الحالة

إذا تُقَلَّبُ زيتًا ساخنًا بملعقة لدائبة فإنَّ الملعقة تصهرُ. فاللدائن حاملة على درجة الحرارة والضغط العاديين. لكن بتغير الظروف تتغير حالتها كسائر الجوامد. كذلك إذا وضعت عصير البرتقال في المجمدة، وهو سائل في الظروف العادية، فإنه يجمد. وإذا زقرت على لوح دجاج بارد، فإنَّ بخار الماء (الذي هو غاز عادة) في زفيرك سيتكثف إلى قطرات من السائل. وإذا شبت الشمس على تلك القطرات، فإنَّ حرارة أشعتها تُعيد القطرات ثانية إلى غاز يتبخر في الهواء مُجددًا. والواقع أنه حتى أصلب الصخور تصهر على درجات الحرارة والضغط العالية جدًا المتواحدة تحت القشرة الأرضية. إنَّ معظم المواد التي نعرفها تتحول من حالة إلى حالة أخرى عند تغير درجة الحرارة والضغط بقدر معين.



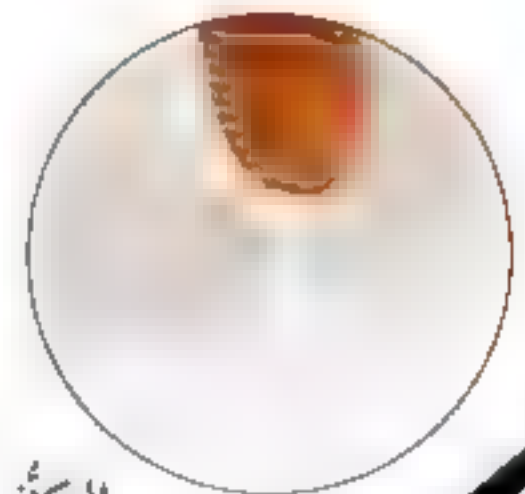
— يسخن جسم الامان للبحار  
الرائد بالاملات  
الثقل فوق الصمام يعني الضغط  
داخل القدر الصفطي ثبات  
السداد الحلقى المسيك حول  
الغطاء يمكن الضغط من التزايد.

## الضغط على ضغط مرتفع

تعتمد درجة هليان السائل على الضغط  
المكثف، فتتغير درجة هليان بانحصار  
الضغط. لأنَّ الحريت يُمكنها الإملات، كعاز، سهولة أكثر حينئذ. أما  
عد ارداد الضغط من درجة هليان مرتفع لأنَّ الحريت ما عادت تستطيع  
الإملات سهولة. في القدر الصفطي ترتفع درجة هليان الماء بارتفاع  
الضغط، وينصح الطعام بسرعة أكثر على درجة الحرارة المرتفعة.

## من جامد إلى غاز

إذا أُخِيت جامدًا حتى درجة الانصهار، فإنه يتحول إلى سائل. وإذا تانقت الاحماء فإنَّ السائل يبلع  
درجة بدأ عده بالتحول إلى عاز، وهذه هي درجة هليان على هذه الدرجة، تكسب جسيمات السائل  
من الاحماء المسعر، طاقة كافية ليتحرر بعضها من بعض، فتتكون في السائل فقاعات من  
العاز. لكن نذكر أن السوائل تتحول دومًا إلى غاز بطيء حتى على درجات حرارة  
دون درجة هليان، وهذا يُدعى التبخر.



## التجميد

أحيانًا يتحول الجامد إلى غاز مباشرة، وهذا  
يُعرف بالتجميد. الجليد الجاف يتساقط  
مُباشرة إلى غاز، لذا يُستخدم على خشة  
المرح لتوليد سُحب مُستقرية مُنيرة  
إنَّ الجليد الجاف هو في الحقيقة  
ثنائي أكسيد الكربون  
المُجمد، ونُدعى الجاف  
لأنه يتحول إلى غاز  
مُباشرة مُتجاوزًا  
حاله السائلة

## الغاز

تتسارع جسيمات  
الجامد بالقدر الكافي  
لنفلت فتتحول إلى عاز أو  
تساقط سرعة  
جسيمات العاز  
لتتحول إلى جامد  
تتبدد جسيمات الجامد بسرعة أكثر فيساقط  
بعضها فوق بعض لتتكون السائل، أو تساقط سرعة  
جسيمات في السائل فتتحول إلى جامد

## التكثف

تتجمع قطرات من الماء على ثوب دجاجي بارد لأنَّ  
جسيمات بخار الماء في الهواء المُفاس للكرت  
تتحول إلى ماء. الرُجاء البارد يترع  
طاقة من الجسيمات  
فتحولها إلى  
سائل

## التبخر

يجف الجير السائل لأنَّ  
لما فيه يتحول إلى  
بحار ويتصاعد في  
الهواء. وبسبب هذا  
لأن بعض  
جسيمات  
الماء تكسب  
ما يكفي من  
طاقة للإملات  
فتحول إلى عاز

## الجامد

## السائل

## التجمد

تجمد الشمع المُنتظر من شمعة مُصاة  
سرعة. وذلك لأنَّ الجسيمات، التي  
تسارعت وسالت بحرارة النُف، تساقط  
سرعتها مُجددًا عند روال الحرارة فترس  
فما يسها. وعندما يقلَّ سرعتها هبط كافي،  
تثبت في مواقعها وتجمد.



## الانصهار

جسيمات الجامد مُراصة مع دفوة، لكنها  
عند الإحماء ترائد دديتها أكثر فأكثر  
حتى تُفك من مواقعها الثابتة ويساقط  
بعضها فوق بعض فتتحول إلى سائل. مثل  
هذا يحدث عند انصهار قطعة من  
الشوكولاته.



## حالات الماء

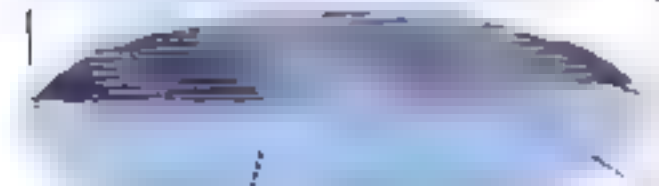
الماء فريد في كثره تواجده بالحالات الثلاث للمادة في حياتنا اليومية. فهو في حالة الجمود ثلج أو جليد، وفي حال السيولة ماء، وفي الحالة الغازية بخار. وخصائص الماء في حالاته الثلاث هذه مهمة لكل شيء على الأرض؛ فالتنباتات والحيوانات، مثلاً، تحتاج الماء باستمرار من أجل بقائها.



### بخار الماء

في درجات الحرارة المرتفعة يتبخر الماء بسرعة. هي العبابات الاستوائية مثلاً جنوب أمريكا - حيث المطر وفير غزير ودرجات الحرارة مرتفعة، التبخر سريع لا ينقطع؛ لذا فالهواء رطب جداً (مُشبع ببخار الماء). وهذا يُفسّر تواجد أنواع خاصة من الساتات، كالشعبيات (الأوركيدات)، في هذه الأصقاع تأخذ حاجتها من الرطوبة مباشرة من الهواء، لا من التربة.

تُضعف درجة التجمد عند زيادة الضغط على الجليد بفعل وزن المترلج، فيصهر الجليد تحت شعرة المزلجة.



يُعدّ الجليد المكتشف تحفّ الماء خلف امزلجة.

الماء تحت الجليد لسخر من الهواء الخارج، لذا يبقى عجل البحر والحيوانات الأخرى التي بقنات بها على قيد الحياة.



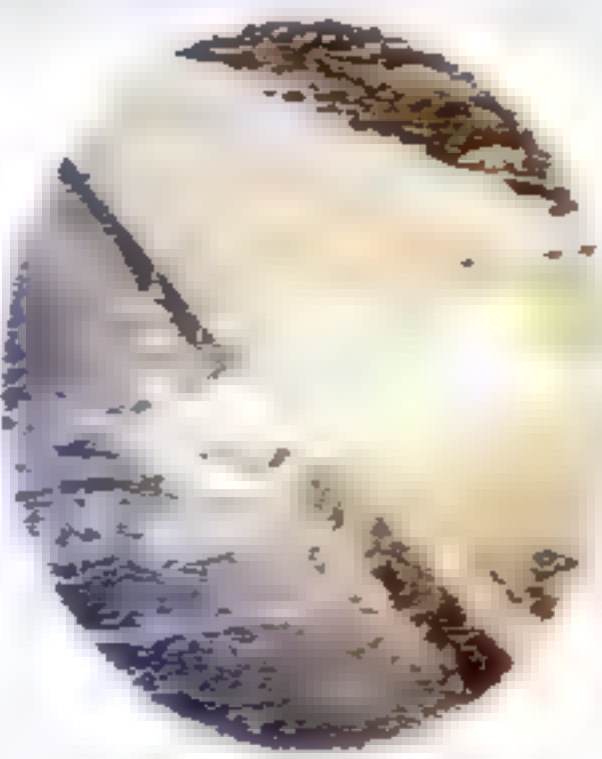
يُفتّح عدل البحر بخار الماء مع التمرير أثناء التفتس

### التغيرات بالضغط

يمكن بالضغط تحويل المادة من حالة إلى أخرى. فالتزلج على الجليد ممكن لأن امزلجتين تزلقان على الجليد فوق طبقة رقيقة من الماء. إن ثقل المترلج المركز على شفرة المزلجة يُحدث ضغطاً عالياً جداً تحتها. وهذا الضغط يُسبب الجليد حال مرور (شفرة) المزلجة فوقه.

تضعف الشفرة على الجليد

يُصهر الجليد تحت الشفرة فتزلق يتسرع عليه.



### الجليد المتمدد

لعلك لاحظت (أو سمعت من) تفتّر أنابيب المياه في طقس شديد البرودة والسبب في ذلك أن الماء داخل الأنابيب يتمدد خلال عملية التجمد فتفترها

يبدفع البخار الساخن إلى داخل التربين تحت الضغط.

يحوّل الماء عند العناء إلى بخار، فيشغل حجراً أكبر من حجم انشائي الذي تولّد منه. ولما كان بخار الماء الساخن يزخر بطاقة فإنه يُستخدم في تدوير التمرينات الحرارية كترينات لمحركات بدفع بخار الماء عبر أرياش التربينات على درجة حرارة وضغط عاشرين جداء فيدير قوايتها.

تدار أرياش التربين بطاقة البخار، ويُستخدم هذا الدوران في توليد أنواع أخرى من الطاقة كالكهرباء



بخار الماء في الهواء



### دورة الماء في الطبيعة

الماء (الساخن) يتبخر، وانشع (البارد) يتصلّب، في الهواء. ونحو الماء يتكثف إلى قطرات تُكوّن السحب في الجو، ثم تنشط التفريرات عندئذ إلى الأرض مطراً أو ثلجاً - في دورة متوالية دون انقطاع بالعلم لأهميته لكل شيء على الأرض

### لمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ١٨
- المحاليل ص ٦٠
- كيمياء الماء ص ٧٥
- الماء - معالجته وصاعته ص ٨٣
- تكوّن الأرض ص ٢١٠
- دورات في الملاف الحيوي ص ٣٧٢



## خصائص المادة

يُصنع الكثير من أواني المطبخ كالقفّ والعلّيات ذوات المقايض من الفولاذ واللّدائن - الجسم من الفولاذ والمقبض لدائني. والسبب السبب هو أن الفولاذ موصلٌ جيّد للحرارة، فيسمحُ بانتقالها إلى الماء كي يغلي أو إلى الطعام كي ينضج. أمّا اللّدائن الجيدة العزل، فتمنع وصول الحرارة إلى أيدينا. فالعزل الجيّد أو الموصليّة الجيدة مثل على خاصية معيّنة من خصائص المادة. بعض هذه الخصائص، كالموصليّة، يمكننا قياسه؛ أمّا بعضها الآخر، كالرائحة مثلاً، فبمقدورنا وصفه فقط. يقيس العلماء خصائص العديد من المواد المختلفة على درجة الحرارة والضغط العاديين كي يستطيعوا المقارنة فيما بينها بدقة.

لاستطاعتك وصف  
البرقانة بتحديد ألونها  
وشكلها، وملامستها  
ورائحتها وتذوقها

### إدراك المادة بالحس

لناس في حياتهم اليومية لا يصفون الأشياء بالطريقة نفسها كما يفعل العلماء. فحين في الغالب نعتد على حواسنا أكثر من اعتمادنا على القياس بالأجهزة. لكن حواس البشر ليست متوافقة ولا متسجمة؛ كما إنها تعجز عن قياس شدة الرائحة المنبعثة من شيء، كما عن تحديد نوع مذاقه بدقة وقد يدرك بعض الناس الأشياء بحسهم بشكل مختلف تماماً عن إدراك بعضهم الآخر لها

### الوزن والكثافة والحجم

يمكنك قياس كتلة شيء بطريقة بسيطة بواسطة حجمه أو بواسطة كتلته. فحين مثلاً، بشرى السرين بالحجم (بالمتر أو بالمليمتر) أي بكتلة حيز الذي تشغله ولكن بشرى الطول بكتلته (بالكيلوغرام أو بالمتر) أي بكتلة المادة في كل الطول. إن حجم شيء يمكن حيزه بالضغط أو بالحرارة، لكن كتلته تبقى دة دون تغيير. أمّا وزن الجسم فهو مقدار القوة التي تشده بها جاذبة الأرض، ويوقف مقدار هذه القوة على كتلة الجسم

### المقاومة (المتانة)

نعظم البنى التحتية عند الشد لها تستخدم في بناء المنشآت الضخمة، كالجسور المعلقة في الصورة المقابلة. يُعلق مبدئ الجسور بكتلات فولادية متينة تُضمد أمام ثقل الجسر وما يقف فوقه وتضع الأعمدة التي تدعمه من لحرسه لتستحم التي تضمد فوقها ومقومتها أمام كافة قوى الهز المؤثرة على الجسر

يستخدم المشيل (الهيدرومتر)

لقياس كثافة السوائل. يُعمل المشيل في وعاء مليء بالسائل اللقي، وتتخذ قراءته

مساواة سطح السائل معن المشيل عائلاً في

سائل كثيف

ويجوز أكثر

في سائل أقل

كثافة

بالحركات

الحوائط والسوائل وعدادات كثافات

مشيرة إلى الماء (أي كثافة سته)

### الكثافة

للجسم نفسه من مواد

مختلفة كثر مختلفة، تتأ

لكثافتها وكثافة جسم ما هي

كتلة الجسم المكثف منه

بالحركات

الحوائط والسوائل وعدادات كثافات

مشيرة إلى الماء (أي كثافة سته)

نقل مكثف من

الخصائص يساوي ثقل

مكثف من الشطع يفوقه

حجماً بـ ١٢ مرة، أو

نقل قطعة من خشب

الأساس حجمها بـ ٢٦ مرة

الغارات دوقا

ترفع كثافات ال

سطح السائل لأن

كثافتها ضئيلة جداً، إن

الكثافة النسبية للهواء

هي ٠.٠١٢ فقط

كحول مشيل، كثافته النسبية ٨

رنت الأرة كثافته النسبية ٩

ماء، كثافته النسبية ١

رنت، كثافته النسبية ١٢.٦

رصاص، كثافته النسبية ١١.٢

وضعة الترخ هي

تثبيت الكتل

في مواقعها

شعاع كثافته النسبية ٩

وضعة الترخ هي

تثبيت الكتل

في مواقعها

حشب الأسا

وضعة الترخ هي

تثبيت الكتل

في مواقعها

### نجم نيوتروني

فلز الأورميوم هو أكتف  
موز لأرض طنة فهو  
أثقل من الرصاص  
بمئتين وأكثر من الماء وأكثر  
من ٢٢ مرة عبر أن أكتف  
مواد الكون هي مادة المحوم  
اسيوترونية همقدار رأس  
دئوس منها يرب  
مليون طن

مقدار رأس دئوس  
من نجم  
سيوتروني

كثافة الماء (النسبية) تساوي ١  
فالسوائل الأقر كثافة تطو لولة  
والسوائل الأكثر كثافة تفوق نحت



## اللدونة

إذا كُست بعض المواد، كالبلاتين (الطير اللدائي) أو المنخوة، سغير شكلها ويبقى على تغيره، لذا تدعى هذه المواد بالمواد اللدنية. هناك أنواع مختلفة من اللدنة كالمطوية (قاسية لطريق) والمطوية (قاسية المطول) فاعلم أن قوتها إذا ستمت تطريقه صديق رقيقة دون تكسر، ومطوّل (أو مطول) إذا استطعت سحقه أسلاك دقيقة دون تقطيع.

النحاس وبعض الفلزات الأخرى يمكن سحقها أسلاكاً أدق من الشعر، فالحساس إلى كل مطول.

## توصيل الحرارة

الفلزات موصلات جيدة للحرارة، شبه اللدنية، أما بعض المواد الأخرى، كالألمنيوم والخشب، فموصليتها الحرارية ضئيلة جداً أو معدومة، لذا فهي عازلات جيدة تصنع لتعليق الموصلات الحرارية. وليس من نصح مضاعف الأواني المطبوخة، كالعلايات والفدور، من اللدائن.

الصانع قد تطرق طاساً من الفضة لصياغته بالشكل المطلوب، فالفضة من كل طرق.

يقطع الماء الحرارة بالحفل، ومنه تنقل الحرارة إلى اللعقة المعدنية بسرعة.

## المرونة

للمعدن خاصية لامة، فهو يمتد بالشد ويكتمل عانداً إلى حجمه الأصلي عند زوال القوة المؤثرة. هذه الخاصية تدعى المرونة. إن معظم المواد، حتى الفلزات مرنة، وفنبرون، بعض المواد حدة، تدعى حدة المرونة، لا تسعد المادة شكلها وحجمها الأصلي إذا ما تحفظت.

استطع المألوف إلى الحد الأقصى.

عاد المألوف إلى شكله الأصلي بعد المقطع.

بعض المواد ذوات أكثر من بعضها الآخر، فالعاشير بالكاد يدوب في الماء، إن السكر فيذوب بسهولة حتى في الماء البارد.

السكر في الماء البارد

العاشير في الماء البارد

## القساوة

انقطاع مرن في درجات الحرارة العادية، أما هذا المألوف الذي جرى غصه في التبروجين السائل (على درجة حرارة - 196° م) فقد أصبح قصفاً يمتد قطعاً عند طرقة بمطرقة. بعض المواد، كالزجاج، قصفت على درجات الحرارة العادية، وبعضها الآخر، كالطير، لئلا عادة، لكي يصبح قصفاً بعد الشيء في آتون أو فرن.

الطاشير ليس ذواتاً حتى في الماء الساخن، أما السكر فتزداد ذوبانته في الماء الساخن، كلما ازدادت سخونة الماء تزداد ذوبانته السكر.

الطاشير في الماء الساخن

نقطة الغليان عندها يتحول السائل إلى بخار، أو يتكثف البخار إلى سائل، وهي درجة أعلى من نقطة الانصهار.

السكر في الماء الساخن

نقطة الانصهار (أو المجمد) عندها يدوب الحامد فتحوّل إلى سائل، أو تتحوّل السائل فتحوّل إلى حامد.

## توصيل الكهرباء

سري الكهرباء غير الفلزات بسرعة، لذا فهي موصلات جيدة للكهرباء، والسبب في ذلك عائد إلى وجود إلكترونات طبقة الحركة على ذرات الفلزات. أما اللدائن والزجاج والخشب ومعظم الجوامد الأخرى، هذا الكربون، فهي موصلات رديئة، أو عازلة، كالكهرباء. ولذا يستخدم اللدائن لتعليق الموصلات الكهربائية كأسلاك الكول.

أسلاك نحاسية تغطى بالأسلاك النحاسية بالكامل بمادة لدائية.

## نقطة (أو درجتا)

### الانصهار والغليان

كل مادة بنية لها نقطتان انصهار وغليان ثابتتان على الضغط الجوي العادي، أما إذا كانت المادة مشوبة فإن نقطتي الانصهار والغليان تتغيران، فالماء على الجليد يحفّض نقطة انصهاره فيتحول الجليد إلى ماء. وما لم يشدّ الضغط بدرجة أعلى يعود الماء الضهير إلى التجمّد.

### لمزيد من المعلومات انظر

- البينة الذرية ص 24
- الفلزات الانتقالية ص 36
- الكربون ص 40
- المحاليل ص 60
- الحليل الكيميائي ص 62
- الظفر والعظم ص 129
- الكهرباء الثابتة ص 148
- حقائق ومعلومات ص 402

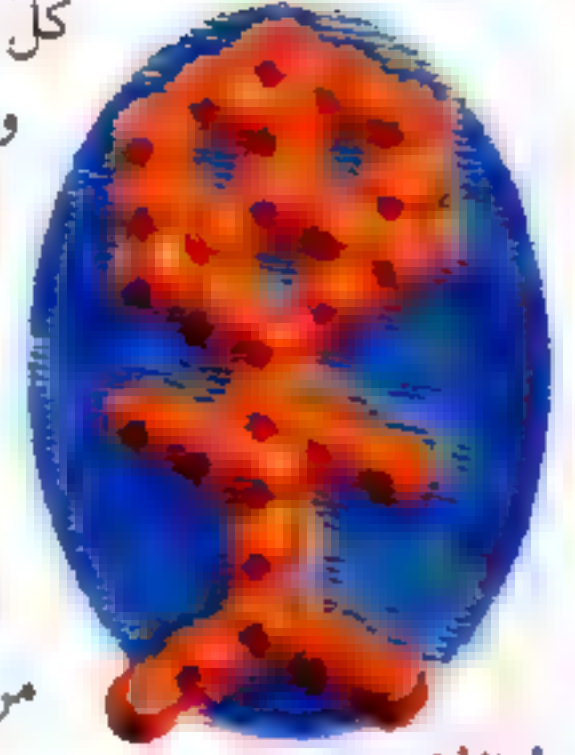
## الدوبانية

كثير من الحوامد والشوائب والعارات يدوب في الماء، أو في سوائل أخرى، لتكوّن محاليل، فنقول إنها ذبونة أو ذواتة، فالسكر يدوب في المشاي، والملح يدوب في الماء. المادة التي تدوب تسمى المذاب، والسائل الذي تذوب فيه يدعى المذيب. ولما غالباً ما يدعى المذيب العام لأن مواد كثيرة جداً تذوب فيه. خاصية الماء هذه أساسية للحياة، لأن الماء يطوف حاملاً المواد المذابة في دم الحيوان كما في سفع النبات. والحيوانات التي تعيش في الماء تحصل على الأكسجين اللازم لحياتها من المذاب منه في الماء.



# البنية الذرية

كُلُّ شيءٍ حولنا ممَّا يُرى ويُسمع ويُحسَّ ويُذوق يتألف من جسيمات دون المجهرية تُدعى ذرات، وهي من الدقة بحيث يلزم بضعة ملايين منها لتغطية نقطة الوقف في نهاية هذا السطر. وتتألف الذرة نفسها من جسيمات أصغر بكثير. ففي مركز كل ذرة توجد نواة تتضمَّن بروتونات ونيوترونات، وتدور حول النواة في أغلفة (طبقاتية) مختلفة جسيمات تُدعى إلكترونات. البروتونات والنيوترونات أقل من الإلكترونات بكثير، بحيث إنَّ معظم كتلة الذرة يتركز في النواة. بعض المواد مركبات، كالماء أو السكر، تتألف من جزيئات، والجزيئات بدورها تتركب من عدة أنواع من الذرات مترابطة معًا في مجموعات. وبعض المواد عناصر، كالحديد والكربون، تتألف من نوع واحد من الذرات فقط.

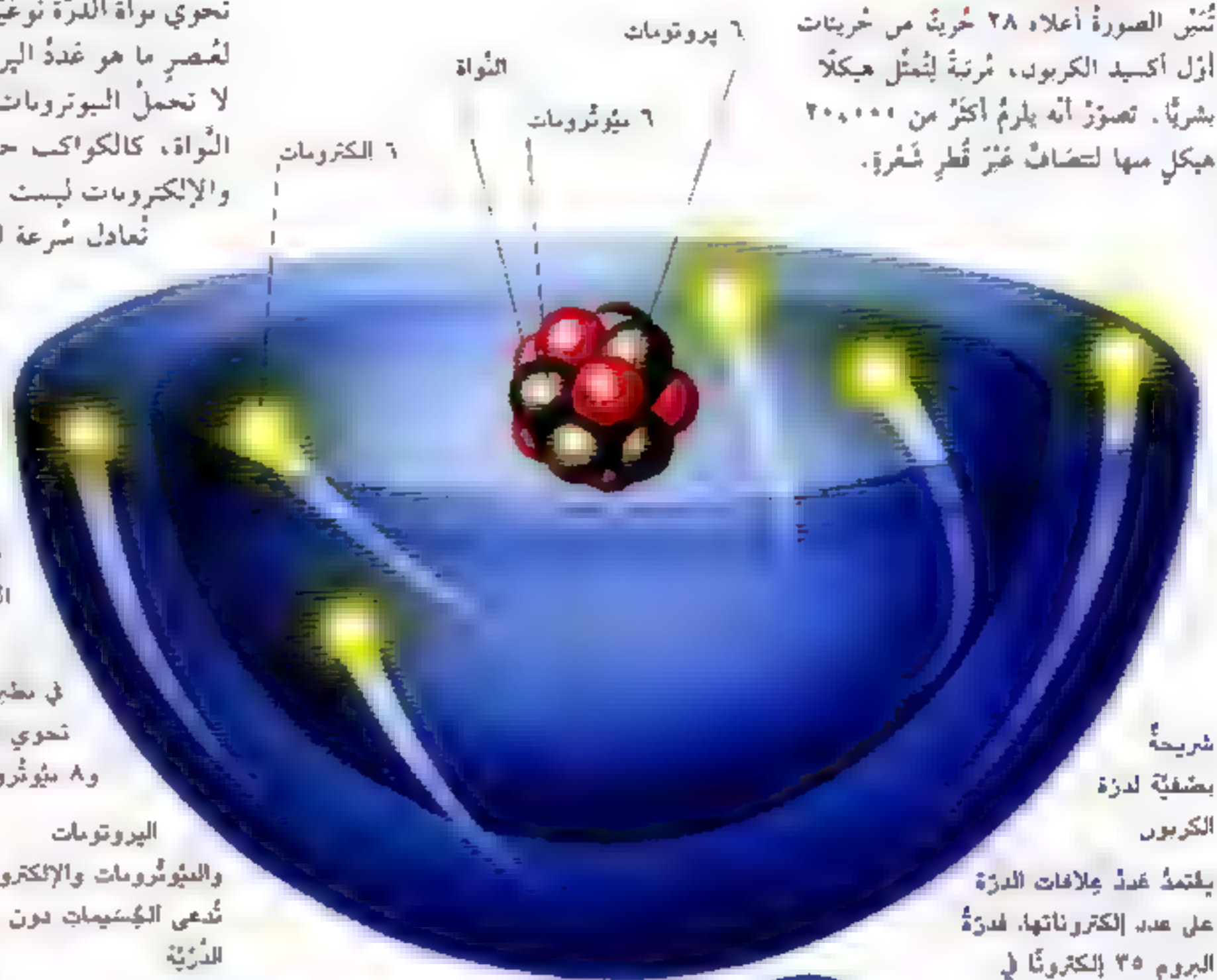


تصوير الجزيء

تُشَيِّ الصورة أعلاه ٢٨ خُرَيْت من خُرَيْتات أول أكسيد الكربون، مُرتبة لِتُمَثِّل هيكلًا بشريًا. تصوّر أنه يلزم أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ هيكل منها لتصافِّ خُرَيْت قُطْر شُعْرَة.

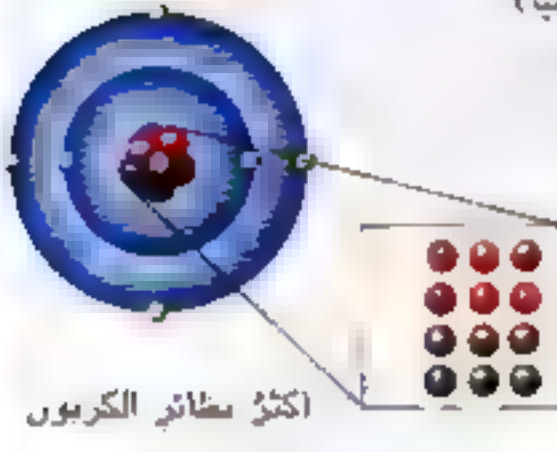
## البروتونات والنيوترونات والإلكترونات

نحوي نواة الذرة نوعين من الجسيمات، البروتونات والنيوترونات. العدد الذري لعنصر ما هو عدد البروتونات ذات الشحنة الكهربائية الموجبة في نواته، في حين لا تحمل النيوترونات أي شحنة كهربائية. أما الإلكترونات التي تدور حول النواة، كالكواك حول الشمس، فهي ذات شحنة كهربائية سلبية والإلكترونات ليست كرات جامدة، بل خرم من الطاقة تتحرك بسرعة فائقة تكاد تعادل سرعة الضوء. عدد الإلكترونات والبروتونات في الذرة متساو، وكذلك شحنتها، ممَّا يجعل الذرة متعادلة كهربيًا.



### ذرة الكربون

يُمَثِّل هذا الرسم شُعْرًا (مضغًا) لذرة كربون تتألف نواتها من ٦ بروتونات و ٦ نيوترونات أما الإلكترونات الستة فتوجد في علامين



أكثر من بروتون الكربون انتشارًا هو

الكربون-١٢، وي مواته ٦ بروتونات و ٦ نيوترونات.

### النظائر

جميع ذرات العنصر الواحد تحوي عددًا مماثلًا من البروتونات؛ لكن عدد النيوترونات في بعضها قد يختلف، وتُسمى جميع ذرات العنصر حيثيل نظائر. عموماً ذرة نظير الكربون-١٢، مثلاً، تتضمَّن ٦ بروتونات و ٦ نيوترونات، بينما يحوي نواة نظير الكربون ١٢ نيوترونين إضافيين؛ وهو ذو دعليّة إشعاعية وتُعرف انظائر ذات الدعليّة الإشعاعية بالنظائر المشعّة

### أبعاد الذرة

لذرات أصغر من أن تتمثّلها مُحيّلة الإنسان. فقطر الذرة، الذي يُقارب لأعسرورم، يعني أن العليمتر يتسع لـ ١٠ ملايين ذرة مُتصافّة حتّى إلى جُست ورُعم صمّرها المتوقّد هذ، من الذرات تتألف في

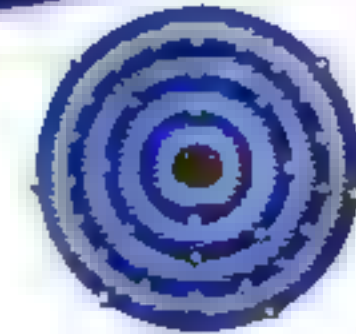
مُعظمها من فراغ، فالإلكترونات بعيدة جدًّا عن النواة ولو تُمثّل النواة بحجم كرة العنصر، لكاتب لذرة تُمثّل مبنى الإمبراطور شيت، ناطقة السحاب العملاقة في نيويورك.

مُعظم الذرة فراغ خاو - حتى في الذرات المُؤلفة من جسيمات كثيرة.

شريحة بصفحة لذرة الكربون

يلتئم عدد علاقات الذرة على عدد إلكتروناتها، لذرة البروم ٣٥ إلكترونًا في أربعة غلافات، وقد يبلغ عدد الغلافات في بعض الذرات سبعة.

الغلاف الأول لذرة الكربون يحوي إلكترونين، والإلكترونات الأربعة الأخرى تتواجد في الغلاف الثاني



### جون دالتون

الميلسوف اليوماني ديمفريطس (حوالي ٤٦٠ - ٣٦١ ق.م)، ارتأى أن العالم يتألف من جسيمات دقيقة لا تقبل الانقسام أسماها ذرات وظلَّ مفهومه هذا موضوع يقاش على مدى مئات السنين وفي العام ١٨٠٨، تقدّم الكيميائي البريطاني جون دالتون (١٧٦٦-١٨٤٤)، بناءً على تجارب أجراها، بنظرية معادها أن كلَّ عنصر كيميائي يتألف من ذرات مُتماثلة، وأن العناصر تختلف لأن ذراتها مُختلفة وقد عُرفت هذه النظرية منذئذٍ بالنظرية الذرية لدالتون.



## الجسيمات دون الذرية

البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هي الذرة إن هي إلا ثلاثة جسيمات أساسية من أكثر من ٢٠٠ جسيم دون الذري معروفة اليوم. ويواصل العلماء اكتشاف جسيمات جديدة واصطلاح أخرى، مستخدمين آلات عالية القدرة، تدعى مسارعات الجسيمات ضخمة الدورات والجسيمات دون الذرية. على شريحة عائلة حدّ وهم يُصنّفون على هذه الجسيمات أسماء عربية محنة مثل كاون وطاقون وإيلون وباريون ولاقدا أي عمر ذلك



## إرنست رذرفورد

في العام ١٩١١،  
كتشف الفيزيائي  
لرغصاني اسبوريندي  
نموذ، رُست  
رذرفورد (١٨٧١-  
١٩٣٧) أن للذرة  
مركزاً كثيفاً تتركز  
فيه كتلتها هو النواة إذ

كان رذرفورد وزملاؤه يقدفون رققة من لذهب  
جسيمات ألفا الموحدة الشحنة، التي تملك  
حسبها الواحد من بروتونين ونيوترونين، وحدوا  
أن معظم الجسيمات تحترق برفعة دون تعبر  
مسارها، بينما يحرق بعضها عن مسارها، في حين  
أن القليل منها عاد مرتداً إلى الوراء. فتبيّن  
بذلك أن شحنة الذرة الموجبة تتركز في  
نواة صغيرة هي سبب تلك الانحرافات،  
وأن الذرة معظمها فضاء خاوي

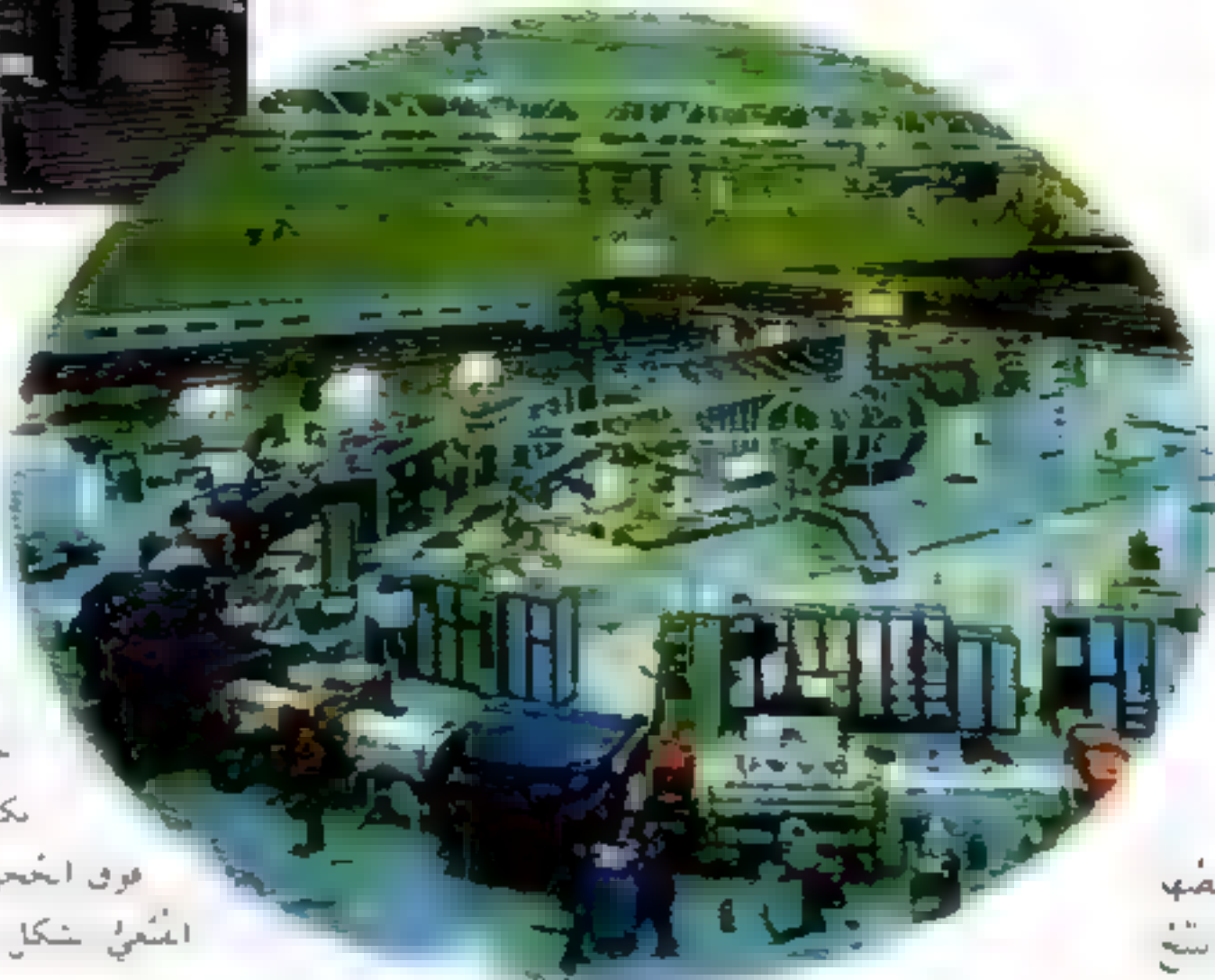
## مسار الجسيمات

في المسارعات كهذا السنكروترون (أي س. ا. ر. س.) تُرسل  
جُزء من الجسيمات ذات الدارة في مدار دائري، يفعل  
تدويرات عالية التردد، وتُسرع بوسيلة تصد كهربائية  
وعندما تبلغ الجسيمات سرعة كافية، تُخرج وتوجه لتصادم بعضها  
مع بعض، ويُسرّع العلماء نتائج سجل الجسيمات الجديدة التي تنتج  
عن هذه التصادمات



## المختبرون

جون كوكروفت (١٨٩٧-١٩٦٧)  
رُست والتون (١٩٠٣-) كان  
أول من طور مسارعا  
لجسيمات عام ١٩٣٢، وبذلك  
جائزة نوبل للفيزياء  
عام ١٩٥١. في الصورة  
أعلاه، يظهر أرنست واسوب  
حالت داخل حجرة المعدن، حيث  
كتشف الجسيمات الأيونات الطويل  
عوى الخجرة هو الأيونات المسارعة، ولتسم  
المعنى شكل فوقه هو مركز انطلاق الجسيمات



## الجسيمات دون الذرية

عام ١٨٩٧، اكتشف ج.ج. طومسون  
(١٨٥٦-١٩٤٠) الإلكترون  
عام ١٩٠٩، قاس روبرت ميليكن  
(١٨٦٨-١٩٥٣) الشحنة الشاملة  
للإلكترون  
عام ١٩١١، اكتشف البروتون رذرفورد  
(١٨٧١-١٩٣٧) نواة الذرة  
عام ١٩١٣، اكتشف النيوترون  
(١٨٨٥-١٩٦٢) العلاقات الإلكترونية  
عام ١٩٣٢، اكتشف الجسيمات شادويك  
(١٨٩١-١٩٧٤) النيوترون  
عام ١٩٦٣، نشر كوري غل-مان  
(١٩٢٩-) بوجود الكواركات

فضالك الجسيمات في حجرة الفقاعات

## لزيد من المعلومات انظر

نشاط الإشعاعي (المعالجة الإشعاعية)  
ص ٢٦  
لترايط انكساري ص ٢٨  
العناصر ص ٣١  
الكربون ص ٤٠  
نظام شويك ص ١٣٦  
الضوء ص ١٩٠  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

كوارك

بماتل الميونرون من  
ثلاث كواركات

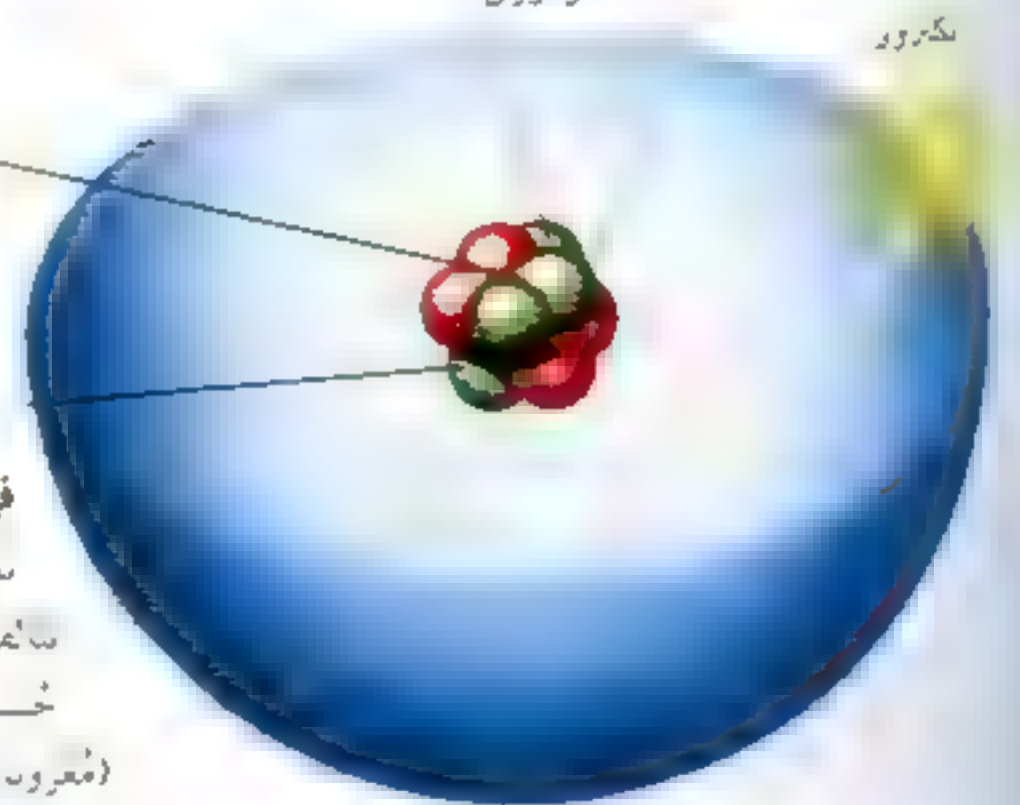
عنوان



نواة

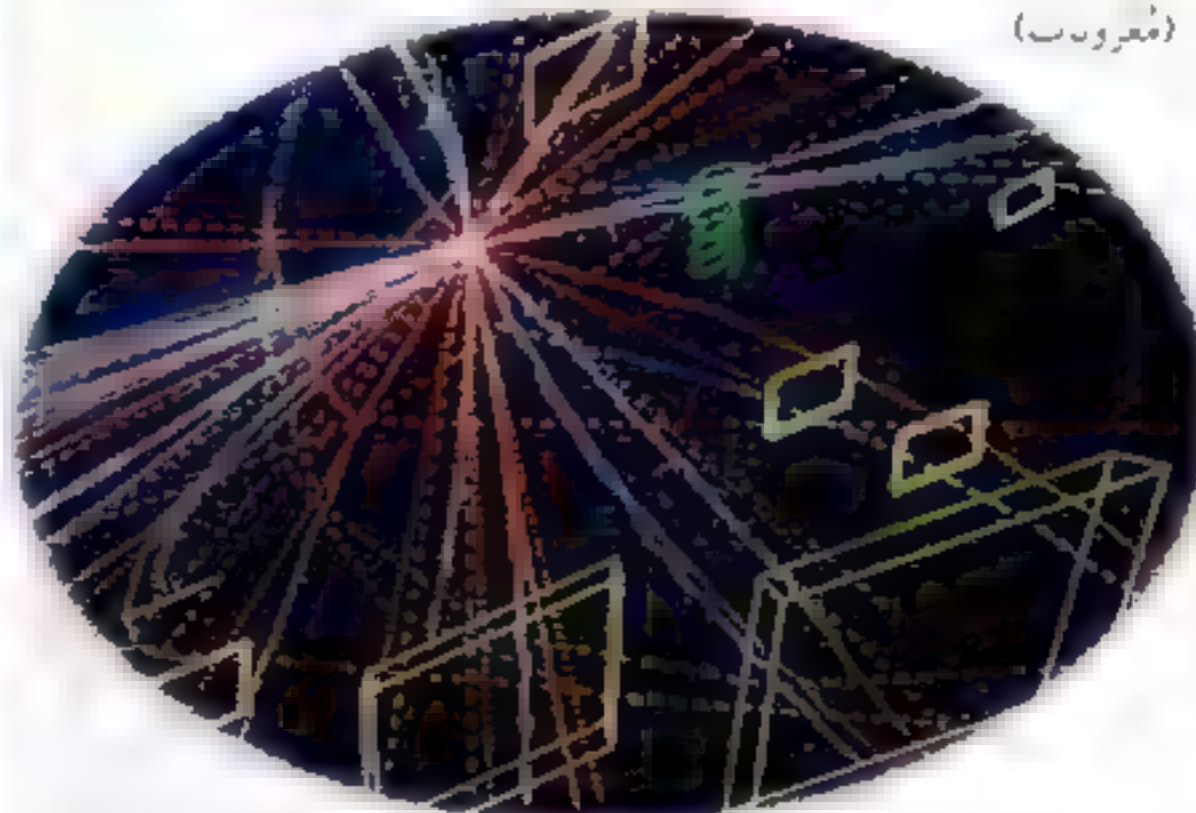
ميونرون

إلكترون



## في باطن النواة

بعض حالات أن نواة كل ذرة تحتوي بروتونات ونيوترونات وهذه بدورها  
تتألف من جسيمات أصغر منها تدعى كواركات تتماسك فيما بينها بواسطة  
جسيمات أخرى تدعى غلوونات  
(مُعرّوب)



## فضالك الجسيمات

كثيراً ما يستخدم العلماء كاشفات الكترونية، لتحديد  
فضالك الجسيمات المتولدة في التصادمات داخل  
المسارعات ويُعالج حساب المعلومات لتحققها  
ويعرض نتائج على شاشة ومن خصائص تلك  
النتائج يستطيع العلماء تحديد كتل الجسيمات لحي  
رسمها وشحنها الكهربائية فالمسح الإلكتروني  
لاحصر مثلاً، في الرسم السفلي هو للإلكترونات  
حصر الخلفه



# النشاط الإشعاعي

## التوقع الإشعاعي

تُختزن المواد المشعة غالبًا في الماء، لأن الماء يعمل كدرع يمتص الإشعاع. وقد اكتشف العيرباني الروسي، بافل شيرنكوف، أن مرور الحسيمات عبر الماء يجعله ينبعث ضوءًا أزرق (سُمي أشعة شيرنكوف) حال باكتشافه هذا جائزة نوبل.



الإشعاع المُستخدم في المستشفيات لمعالجة المَرَض سببه تفكك النوى الذرية. إن معظم الذرات ذات نوى مستقرة - أي إن عدد النيوترونات يبقى مُساويًا لعدد البروتونات، لكن بعض النوى في بعض العناصر غير مستقرة وسطورية، وهي لذلك إشعاعية. إن عدد النيوترونات في النوى غير المستقرة، وتُدعى النظائر المشعة، يختلف عن عددها في النوى المستقرة. وعندما تتفكك هذه النظائر تبعث إشعاعات ويعرف هذا بالاضمحلال الإشعاعي. والمعروف أنه كلما ازداد عدد الجسيمات ذون الذرية في الذرة، يزداد الاحتمال بأن تكون مُشعة. فذرة اليورانيوم، مثلًا، ذات ٢٣٨ جسيمًا ذون الذري، وهو عنصر عالي الإشعاعية.

## النشاط الإشعاعي

عام ١٨٩٦ اكتشف أنطوان بيكريل (١٨٥٢-١٩٠٨) النشاط الإشعاعي عام ١٨٩٨ اكتشفت ماري كوري (١٨٦٧-١٩٣٤) و زوجها بيير كوري (١٨٥٩-١٩٠٦) الراديوم والبولونيوم عام ١٩٣٤ اكتشف بافل شيرنكوف (١٩٠٢ - ) أشعة شيرنكوف. عام ١٩٣٤ برهنت آيرين هولويوت كوري (١٨٩٧-١٩٥٦) اسة ماري وبيير، و زوجها مردريك (١٩٠٠-١٩٥٨) أن النشاط الإشعاعي يمكن إحداثه اصطناعيًا.

قُصبان الوقود من  
مفاعل نووي

يُبَدِّل الماء أشعة  
شيرنكوف

تسري أشعة  
ألفا بسرعة  
تعاادل ١٠ / من  
سرعة الضوء.

تسري أشعة  
بيتا بسرعة  
تعاادل ٥٠ / من  
سرعة الضوء.

أشعة غاما  
تسري بسرعة  
الضوء.

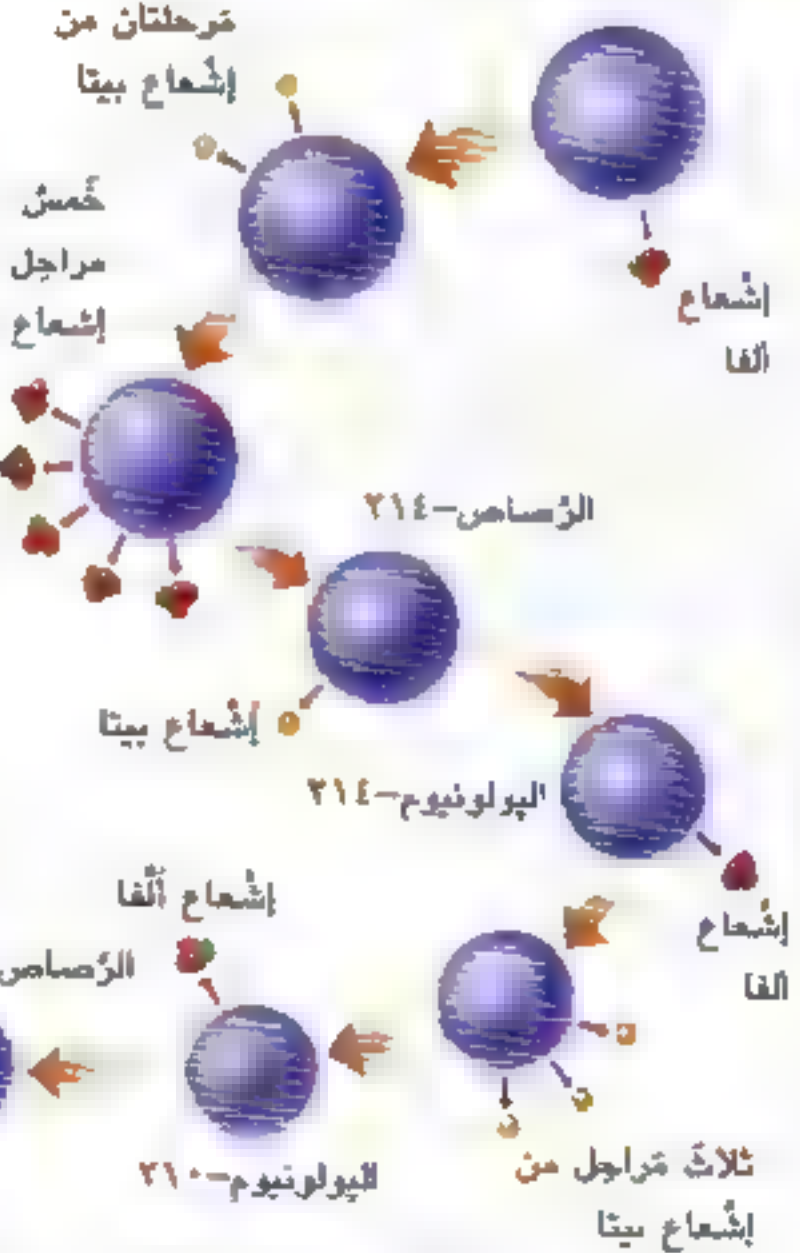
صفحة الومنيوم  
سمكها ١ ملم

صفحة من الرصاص  
سمكها ١.٥ سم

أشعة ألفا هي  
سبيل من  
الجسيمات  
الموجبة الشحنة،  
يحتوي كل جسيم منها  
بروتونين ونيوترونين.  
أشعة بيتا هي سبيل  
من الإلكترونات.  
أشعة غاما هي  
نوع من الأشعة  
الكهرمغنطيسية.

يُفكك اليورانيوم جسيمات من نوياته  
المُضمحلَّة (إشعاعًا) بين الرسم أدناه  
بصفة مراحل فقط من هذا الانحلال.

اليورانيوم-٢٣٨



## القدرة الاختراقية

تبعث النظائر المشعة ثلاثة أنواع من الإشعاع هي أشعة ألفا وبيتا و غاما، وجميعها تشكل خطرًا على الكائنات الحية لأن بإمكانها العبور إلى الأسجة الحية وإعطائها. فإذا تعرّض أحد لفيزر من الإشعاع تعرّضت حياته للخطر. والمعلوم أن أشعة ألفا هي الأقلّ ضررًا فحسيماتها لا تستطيع اختراق صفيحة زرقية. كما إن جسيمات بيتا نستلزم صفيحة معدنية ليصدّها. أما أشعة غاما، الحادة الاختراقية، فلا يُوقفها إلا صفيحة سميكة من الرصاص أو جدار من الخرسانة.

## الاضمحلال الإشعاعي

اليورانيوم-٢٣٨، أكثر نظائر اليورانيوم إنتشارًا، تحوي نواته ٢٣٨ جسيمًا ينخفض عددها مع ابتعاث الإشعاع. ويحدث ذلك في سبيلة من المراحل يتكوّن في كلّ منها عنصر جديد. يُدعى مُعدّل هذا الاضمحلال الإشعاعي عَمَر النصف، وهو الزمن اللازم لاضمحلال نصف ذرات المادة المشعة. إن عَمَر النصف لليورانيوم-٢٣٨ هو ٤٥٠٠ مليون سنة، لأن أية كمية من اليورانيوم-٢٣٨ تحتاج إلى ٤٥٠٠ مليون سنة ليضمحل نصف ذراتها إشعاعيًا.

## ماري كوري



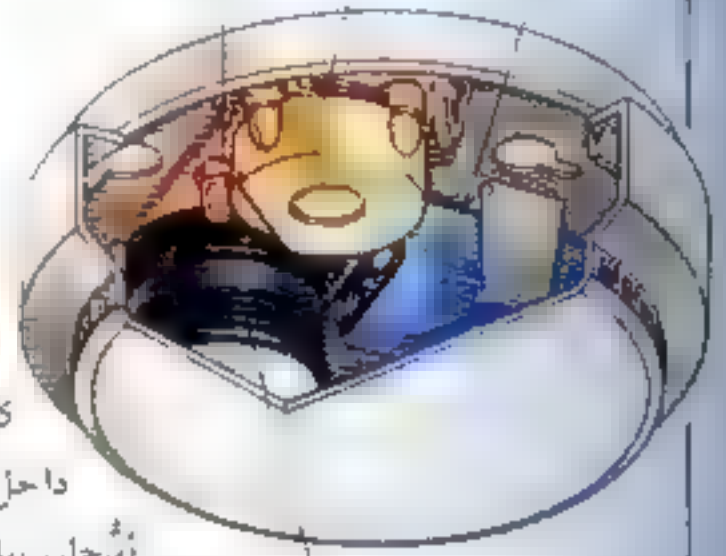
اكتشف العيرباني الفرنسي، أنطوان بيكريل، الفاعلية الإشعاعية لليورانيوم عندما لاحظ تعبّثًا غير متوقّع في لوحة فوتوغرافية كانت على مقرّبة من أملاح اليورانيوم. إثر ذلك راحت ماري كوري وزوجها بيير يستقصيان اليورانيوم، فوجدوا أن البثسلد، خام اليورانيوم، هو على درجة من الفاعلية الإشعاعية تُوحى بتواجد عنصر مُشعّ آخر بين مقوماته. وكان أن وَجدا عنصرين هما الراديوم والبولونيوم. وتقاسم بيكريل وماري وبيير كوري جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٠٣ لِعَزْلهم عنصر الراديوم. وقد ماتت ماري كوري بِنَاء اللوكيميا (سرطان الدّم) رُبما بسبب تعرّضها المفرط للإشعاع!



## الاستخدامات المفيدة للإشعاع

الاشعة المُشعَّة من المواد المُشعَّة قد تكون قاتلة، لذا يجب التعامل معها بحماية بالغة. وهي قد تُستَخدم لأغراض نافعة، كما في المناطق القليلة ذات المقاربات النووية التي بدوم لحدِّه أطول بكثير من المقاربات العادية. كذلك فإن الأمراض السرطانية تُكشف وتُعالج باستخدام الإشعاعات

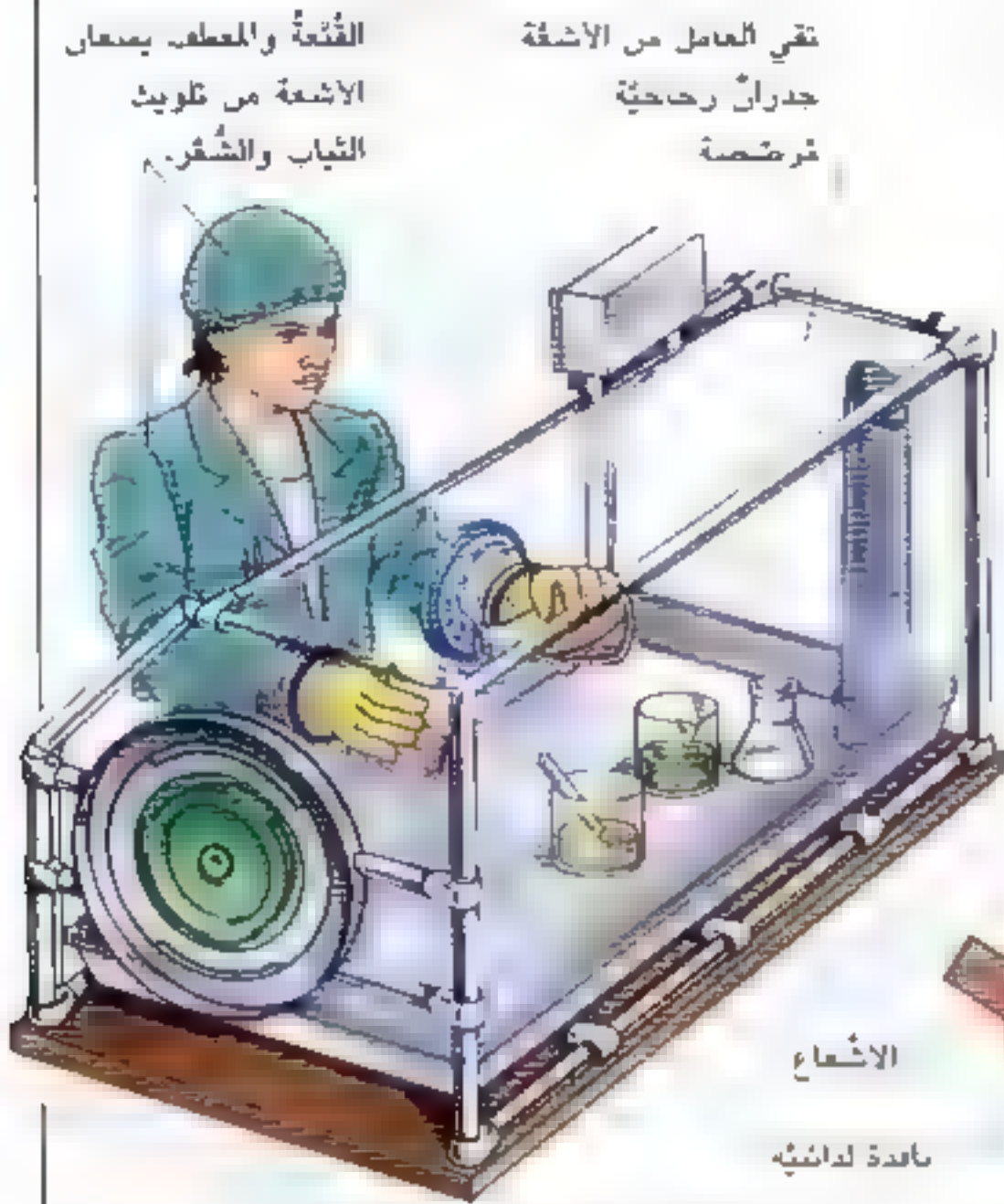
مُضَرَّة صوة دلالي



تحري خجيرة المُشعَّس مادة مُشعَّة تُساعد في اكتشاف الدخان

### أجهزة الإنذار من الدخان

يحتوي الكثير من أجهزة كشف الدخان مصدرًا مُشعًّا ضعيفًا كالأمريسيوم ٢٤١. إن اشعاعات هذا المصدر يوقِّض الدخان داخل خجيرة المُشعَّس مُرسِّدًا كهربائيًا ضلًا. فإذا دخل دخان بك اشجيرة، عطلت الأنبوب وتُحفِّض التيار، فتُحسِّن الخدادة مُضمره هذ الانحداس ونظير بشر الإنذار



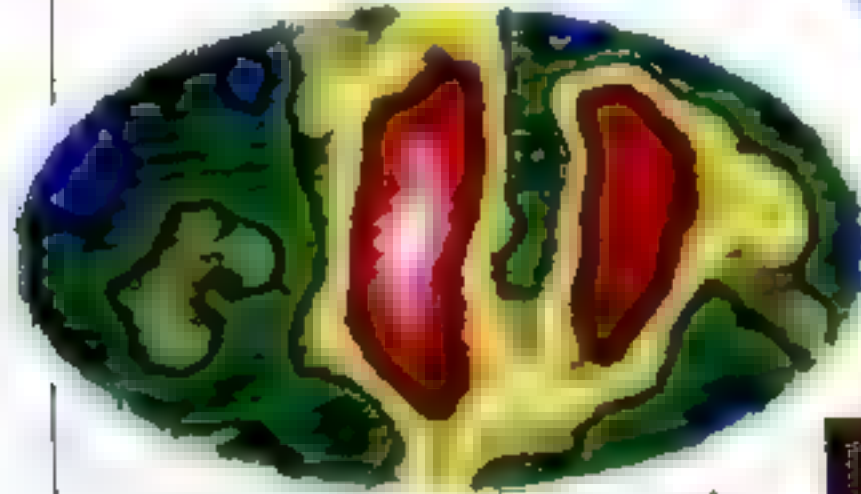
### مُناولة المواد المُشعَّة

يجب معاملة المواد المُشعَّة بحماية بالغة. فهي مُسببة شديدة بعلج العاملون هذ المواد من خلال قمارب مرئية في ضبوطي مُدرع. وحيما يضطرون إلى مُناولة تلك المواد الخطرة خارج الغرف المتواجدة فيها، يستخدمون آلات مُعادية التحكم تُحاكي عمل أيديهم. ويحمل جميع العاملين في المجالات النووية شارات صدرية خاصة تُسمى مقاس الخرجات، تستغل كتيبة لإشعاع التي يعرضون لها خلال فترة زمنية مُعينة



### السَّطْح المُشع

يحتوي محطات القدرة النووية كتيبات خسر من المواد المُشعَّة لا حفر منها عاده، لكن منها حفر كاسر أسوأ الحوادث النووية العالمية كان انفجار مُفاعل شربوبل النووي. بواكرابيا، في نيسان ١٩٨٦، قاموا بِنشعة التي انقذت في الهواء عادت لاحقًا إلى الأرض ساقطاب مُشعَّة، مُؤتة ماطر شاسعة من أوروبا وآسيا ونشبت الحارطة اخذته ماطر انشؤت لاشعاعي في العام بعد عشرة أيام من الانفجار



### الرَّقْم بالنظائر المُشعَّة

عدم تخمُّن بعض النظائر المُشعَّة في الجسم، تتخفُّع في أعضاء مُعينة فتُرقمها وتُترزها. مما يُيسِّر للأطباء المُحتصِّين فحصها. كما إن الأشعة التي تبعثها تلك النظائر قد تُكشف أيضًا الأنسجة المُغطَّوة في الصورة المُضطَّعة الألوان لقلب بشري أعلاه، يظهر السيج المعطوب على شكل بضوة (خضوة) في يسار الصورة

### التأريخ بالكربون المُشع

في أنسجة الحيوانات والنباتات بشبة معروفة من نظير الكربون المُشع (الكربون-١٤). وعند موت هذه الحلوقات يوقف تناولهم لمزيد من الكربون، وتستمر كميَّة الكربون-١٤ طعًا بالتناقص بمعدَّل معروف (هو عُمر النصف) وباستخدام هذ المعدَّل، يُمكن تقدير عُمر المواد العضوية القديمة بقياس كميَّة الكربون-١٤ المُنيقية فيها. إن عُمر الطاقة الخشبية هذ المُميَّزة بلموميا، هو حوالي ٢٥٠٠ سنة



### العلاج بالإشعاع

يُعالج المرضى المُصابون بِداء السرطان بالإشعاع في هذه المكنة. تُركِّز أشعة غاما المُشعَّة من نظير كوتلي مُشع على المنطقة المُصابة لعل خلاياها ومنع السرطان من الانتشار إلى مناطق أخرى من الجسم. كما تُستخدم أشعة غاما أيضًا في تعقيم المُعدَّات الطبية



#### لمزيد من المعلومات انظر

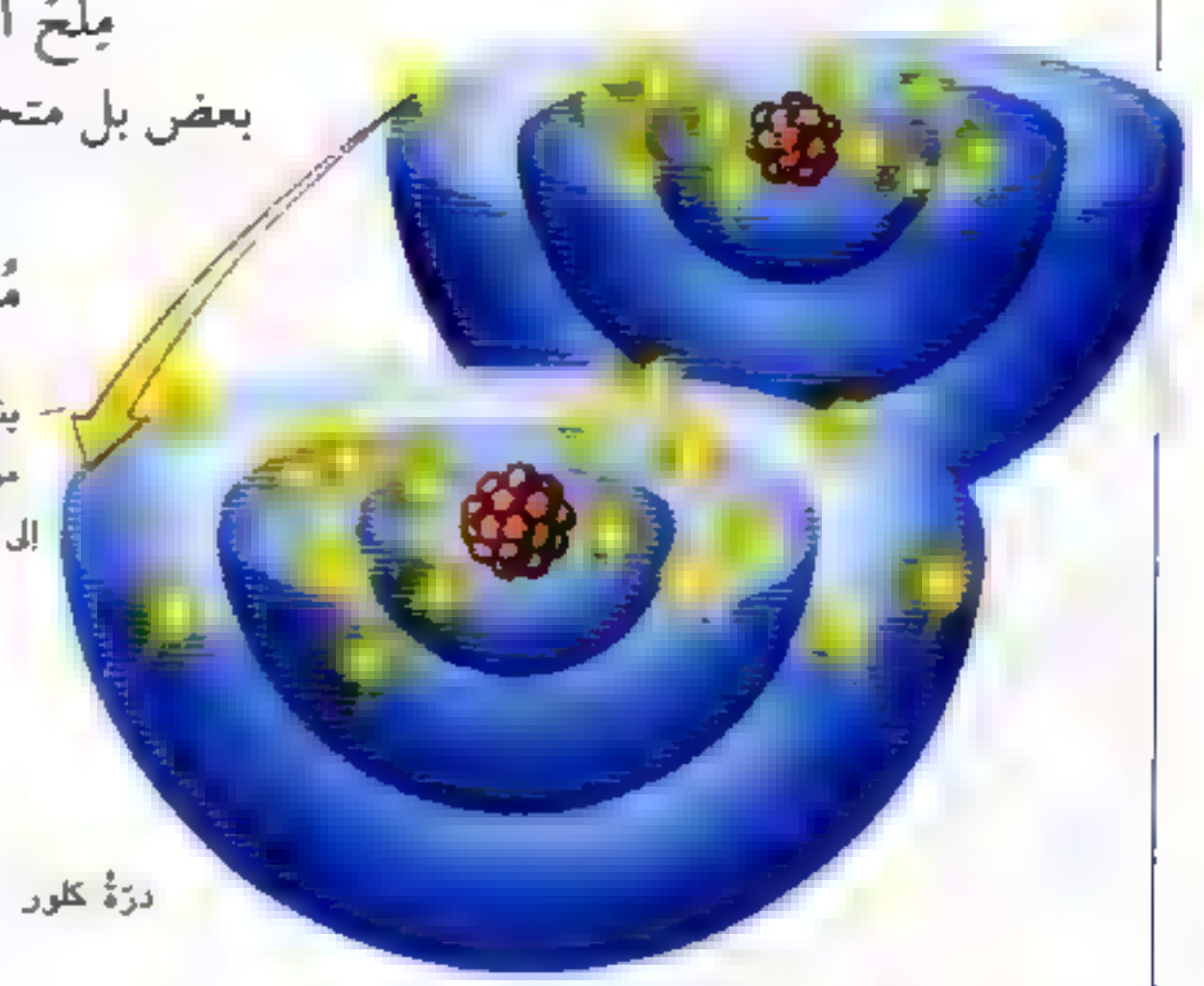
- لبيَّة الذرية ص ٢٤
- الترايب الكماوي ص ٢٨
- العاصر ص ٣١
- الهدروجين ص ٤٧
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- النصف الكهربي ص ١٩٢
- حقاني ومعلومات ص ٤٠٢



# التَّرابُط الكيماويّ

ذرة صوديوم

ملح الطعام تُؤلّفه ذرّات الصوديوم والكلور. وهي ليست مُجرّدة خليط بعضها مع بعض بل متحدة ومتماسكة معاً بروابط كيماويّة. والروابط هذه بمُختلف أنواعها تشمل حركة الإلكترونات في الغلافات القصوى للذرات والإلكترونات نفسها بطرق مُتباينة. في الملح، مثلاً، تمنح الذرّات إلكترونات (كما الصوديوم) أو تتلقاها (كما الكلور). وهذا يشكّل ما يُعرف بالروابط الأيونية. أمّا في مركبات أخرى، كالماء، فالذرّات تشارك الإلكترونات فيما بينها مُشكّلة ما يُدعى بالروابط الإسهامية. أمّا في الفلزّات، فالإلكترونات تسري حول جميع الذرات فيما يُعرف بالروابط الفلزّية. فالذرّات المختلفة المتحدّة والمتماسكة بعضها مع بعض بهذه الروابط المختلفة تؤلّف ملايين المواد المتنوعة المتباينة المتواجدة على الأرض.



ذرة كلور

## التكافؤ

التكافؤ هو عدد الروابط التي يُمكن للذرة أن تتحد بها مع ذرة أخرى. ولكل ذرة رقم يُشير ذلك إلى عدد الروابط التي يمكن للذرة أن تتحد بها مع ذرة أخرى. مثلاً، رقم تكافؤ واحد إذا كان غلافها الخارجي يحتوي على إلكترون واحد، بينما يفسم غلافها الثاني مجموعة ثمانية. فهي لذا تُشرع إلى الترابط بهذا الإلكترون مع ذرة أخرى (كما في كلوريد الصوديوم) وتبقى هي بمجموعة ثمانية مُستقرّة. أمّا ذرة الكربون فلديها أربعة إلكترونات في غلافها الخارجي، وبمقدورها الترابط مع أربع ذرات أخرى لتكوين مجموعة ثمانية مُستقرّة. وهكذا فإن رقم تكافؤها يساوي أربعة. هذا وبعض الذرات تكافؤ مُتغير، فذرة الحديد، مثلاً، تستطيع الترابط مع ذرتين أحريين أو ثلاث.



ذرة الصوديوم

لقد خسرنا ذرة الصوديوم إلكترونًا سالب الشحنة فاصبحت أيونًا موجب الشحنة يُدعى كاتيونًا (هابطة).

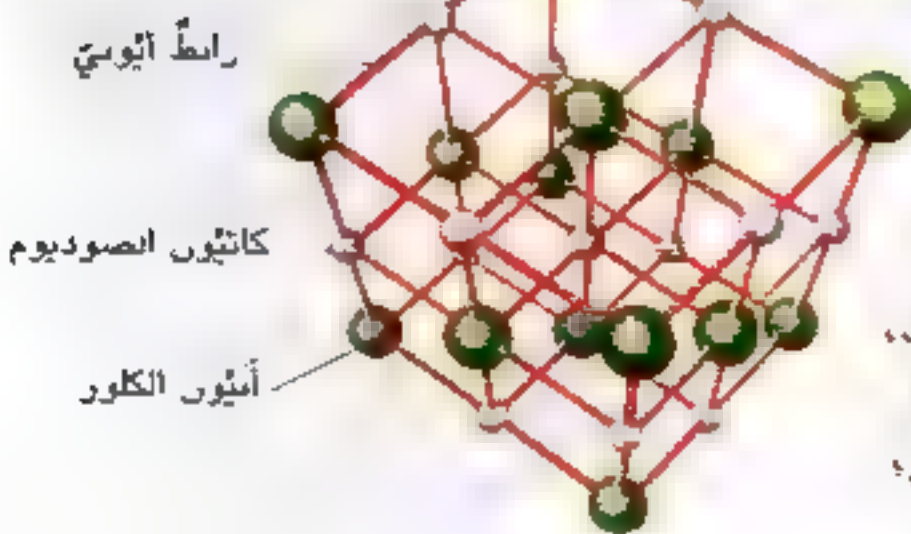


ذرة الكلور

ترابط الذرات يربط استقرارها، وتكون عادة أكثر استقرارًا عندما يحوي غلافها الخارجي ثمانية إلكترونات تشكل ما يُسمى الثمانية المُستقرّة.



ملوّرات الملح



رابط أيوني

كاتيون الصوديوم

أنيون الكلور



### لينوس بولينج

وُلد لينوس بولينج، الكيميائي الأمريكي، عام ١٩٠١. وخلال

الثلاثينيات من القرن العشرين، طوّر نظريات مُهمّة حول الترابط الكيماوي والتركيب الجزيئي، وقام بقياس

مقادير الطاقة اللازمة لتكوين الروابط الكيماوية وزواياها، كما قاس المسافات بين الذرات. وقد نال بذلك جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٥٤. وفي عام ١٩٦٢، مُنح أيضًا جائزة نوبل للسلام تقديرًا لجهوده في وقف تجارب القنابل النووية.

وكسبت ذرة الكلور إلكترونًا فاصبحت بذلك أيونًا سالب الشحنة يُدعى أنيونًا (صاعدة).

## البنية الأيونية

في مُركّب أيوني ككلوريد الصوديوم، تتنظم جميع الأيونات في هيكلية مُتظمة تُدعى شبكة أيونية مُهيكلّة. ملوّرات الملح مُكفّات، تبعًا للبنية الأساسية للشبكة. إنّ جميع المركّبات الأيونية تتشكّل في شبكات؛ لكنّ سق انتظام أيوناتها يختلف من شبكة إلى أخرى؛ وهذا يُعطي الشبكة بنية مُختلفة، والبنية شكلًا مُغيّرًا مُغيّرًا.



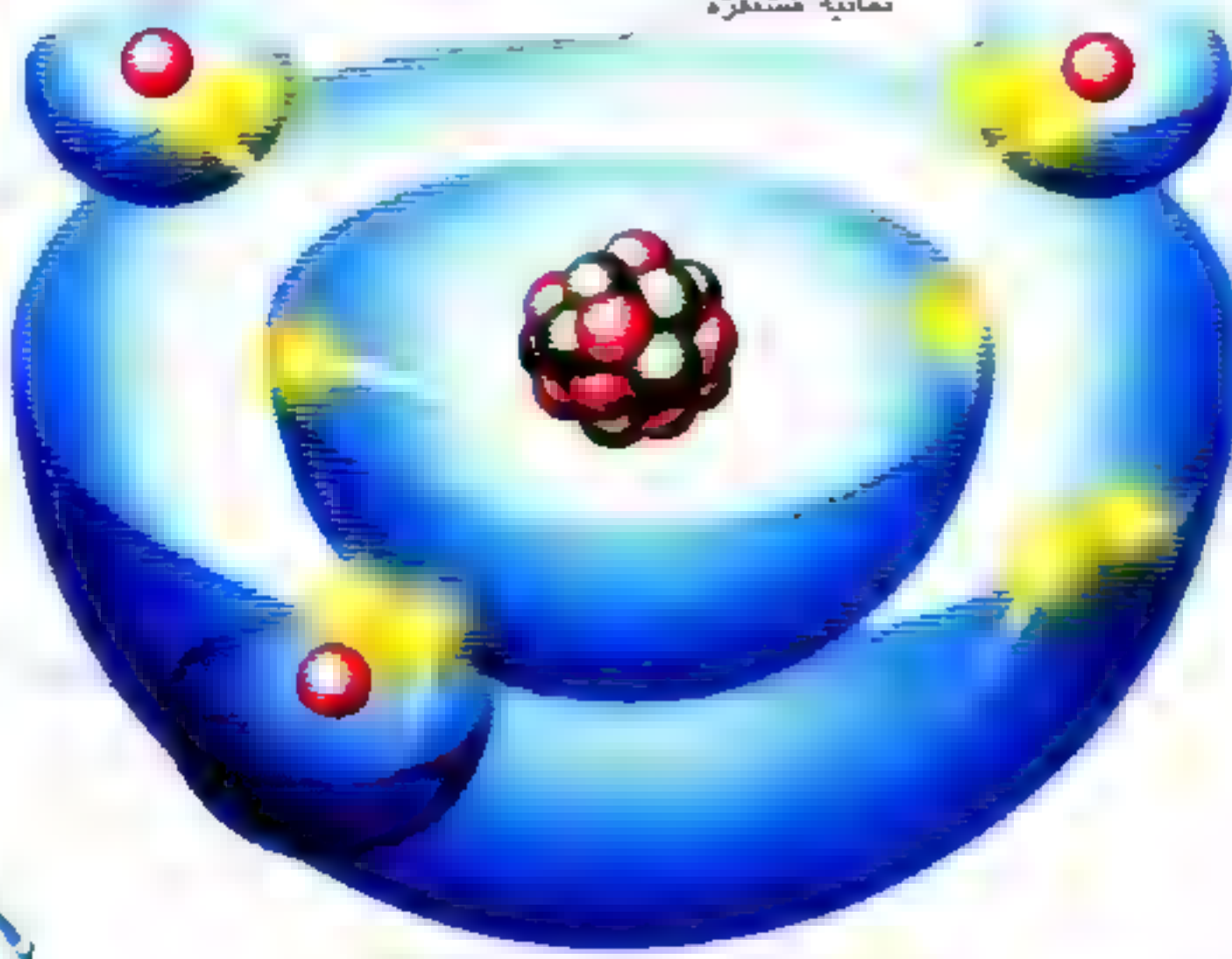
## الرّوابط الإسهامية

كثرة من أنواع الذرات لا تخسر (أو لا تكسب) إلكترونات بسهولة لتُشكّل روابط أيونية، فسيغيب عن ذلك بمشاركة الإلكترونات فيما بينها. وتتم هذه المشاركة بأرواح تُدعى أزواجا إلكترونية. وهذا الحظ من الترابط يُسمى رابطة إسهامية، كما يُدعى أصغر جزء من المركب ذي الروابط لإسهامية جزيئا. إن قوى الحذب التي تُشدّ هذه الجزيئات بعضها إلى بعض صعبة إلى حد بعيد، لذا نجد معظم المركبات الإسهامية تُربط عذابات أو سوائل. وهي ذات نقاط انصهار وغياب خفيفة لأنّ قسَم الروابط بينها لا يستلزم طاقة كبيرة.

## الجزيئات التساهمية

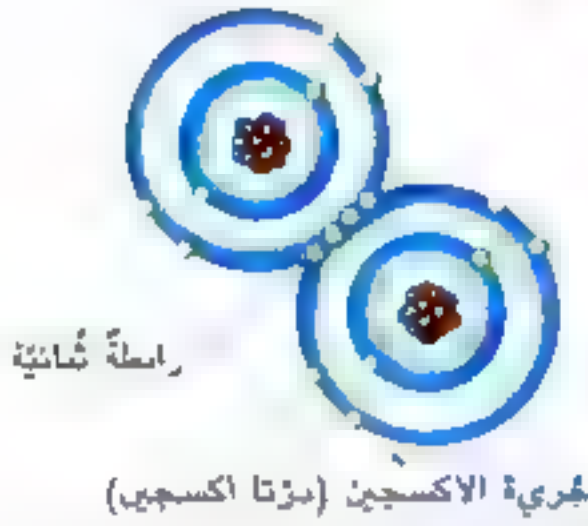
يُبنى معاداة الشكل الحاسوبية هذه بنية مُجسّمة للمركب الكربوني لبيوتان (عار الفوارير) فالبيوتان مُركّب تساهمي عودجي، وسائله يتحوّل بسهولة إلى غاز لأنّ جزيئاته مترابطة فيما بينها بقوى ضعيفة، تُدعى قوى فان دير فالز.

في العلاف الحارحي لدرجة التروحين خمسة الكربونات وهي تترايط مع ثلاث ذرات من الهيدروجين لتؤلف ثمانية مُشتقّة



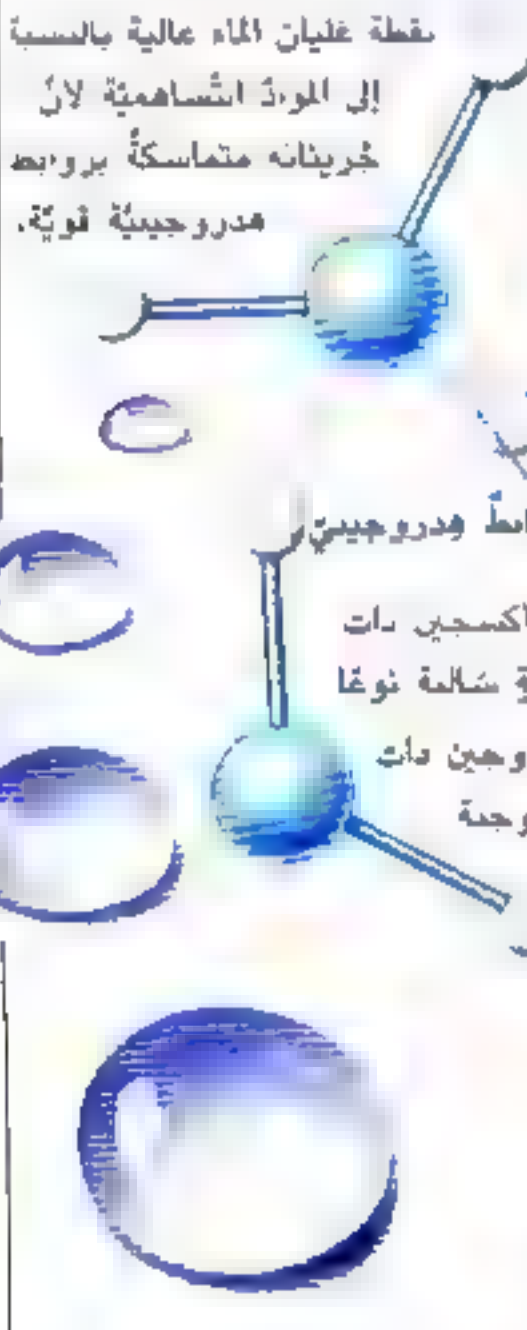
## الرّوابط المُزدوجة

في الرّوابط الإسهامية تشارك الذرات أحيانا بزوجين من الإلكترونات بدل روح واحد. فخرى أكسجين الهواء، مثالا، يتألف من ذرتين مترابطتين برابطة ثنائية (مزدوجة).



## الرّوابط الهيدروجينية

يتألف جزيء الماء (H2O) من ذرتي هيدروجين مترابطتين مع ذرة واحدة من الأكسجين برابطتين إسهاميتين. وبالإضافة إلى تماسكها بقوى فان دير فالز، فإنّ جزيئات الماء تترايط أيضا بعضها مع بعض بروابط هيدروجينية. ويحصل هذا الترابط بانجذاب ذرات الهيدروجين الموجبة الشحنة نوعا، إلى ذرات الأكسجين، السالبة الشحنة نوعا. وتكتسب ذرات الأكسجين الشحنة السالبة الصيلة لأنها تحذب إلكترونات الترابط الإسهامية بقوة أكبر ممّا تفعل ذرات الهيدروجين.



## الرّوابط الفلزية

ترابط الإلكترونات في العلاف احارحي للذرات الفلزات ترابط راج، لذا فهي تظهر في جمل أو 'بحر' مُشترك من الإلكترونات مُكوّنة ما يُعرف بالترابيد الفلزي. وهذا الحقل من الإلكترونات يمكنه أن يسري بحرية حول جميع الذرات، وهذا يُفسّر كون الفلزات مُوصلات جيدة للحرارة والكهرباء. فعندما نُسَخّ الحرارة أو الكهرباء على جزء من الفلز، تحملها الإلكترونات بسرعة إلى جميع الأجزاء الأخرى.



## بنية الفلزات

نراصف ذرات الفلزات صغورا مسعمة التوافق يشدّها بحر من الإلكترونات في شبكة فلزية مُهيكله. في بحر الإلكترونات هذا لا تترايط الذرة مع الذرات المُجاورة، بل تتحوّل الذرات بحرية، لكنّ بظلّ دوماً متماسكة تُشكّل روابط قوية في مواقعها الجديدة. وهذا يُفسّر قابلية الفلزات للتشوي والتطريق.

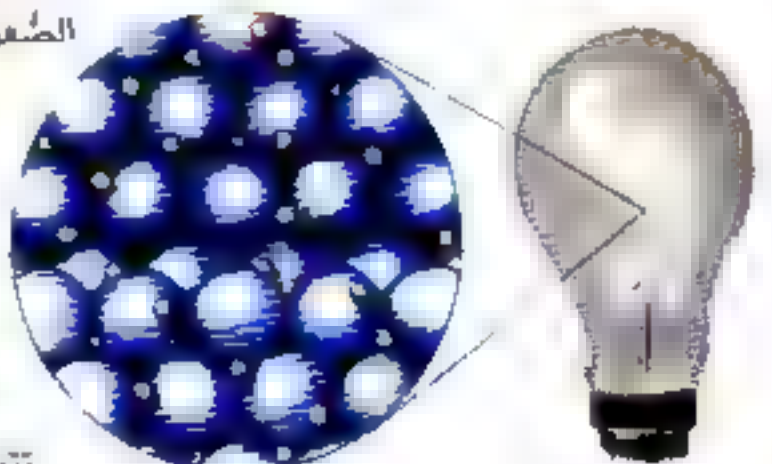
صورة مُصطنعة الألوان لشبكة ذهنية، والنقطة الصغرى تُمثّل ذرات الذهب

شذرة ذهب شيلورد

الإلكترونات الحارحة للذرات الفلزات تحوّل بحرية من ذرة إلى أخرى

تتوهج الفلزات المُعدّنة للضمخه

حالا يفرّ الفلز الكهربائي عثرها



## لمزيد من المعلومات انظر

- النسبة الذرية ص ٢٤
- اسمورات ص ٣٠
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- توصيف العناصر ص ٥٣
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- كيمياء الماء ص ٧٥
- الكهرباء والتيارية ص ١٤٨



# البُلُورَات

إذا تفحصت قليلاً من الشُّكْر بعدسة مكبرة تر مُكعبات دقيقة رجاجية المطهر هي بلُورات الشُّكْر. الحجارة الكريمة، كالياقوت والصفير هي بلُورات أيضاً. إنَّ معظم الحوامد، بما فيها الفلزَّات، تتألف من كمَّيات كثيرة من البلُورات قد لا يمكن رؤيتها أحياناً لأنها أصغرُ من أن تُرى، أو لِشِدَّة تَلَزُّها وتلاصُّقها. لكنَّ البلُورات في الصخور كثيراً ما تكون واضحة للعيان رُغم أنها غالباً لا تتخذ شكلاً مُحدَّداً لِتراصُّها معاً. أمَّا المُتنامي منها بحرية في الفجوات الصخرية فيتخذ أشكالاً مُنتظمة جميلة. هالك سبعة أشكال أو أنظمة بلُورية (مُبيَّنة أدناه)، وهي تعكسُ الترتيب أو النسق البلوري للذرات أو الأيونات التي تؤلف البلورة. والعلماء يتقصَّون هذا النسق بأشعة إكس (الأشعة السينية).



## ألوانُ البلُورات

من البلُورات ما تُلَّه بقرى دو نور رحد، كالكريت، نكر المزو أو الكوارتز (الذي أكيد الشكون) مُتباين لون البلُورات لاحتوائه شوائب مُزوجة بالمزو النقي شفاف ويدعى البلُور الصخري أمَّا غير النقي فقد يكون أصفر (كالمزو النقي) أو قرنفلي (كالمزو الوردى) أو أصفر ليمونياً (كالشفرين). أمَّا اللون الأرجواني (الجمشت) فتلوه ناتج أساساً من الحديد.

## الانشقاق والتعلُّق

عند تصدُّع البلُورات يلاحظ أنها تتعلَّق غالباً بموازاة مُستويات مُعيَّنة ذات علاقة بالنسق البلوري الأساسي. فميكاً، مثلاً، تتصدَّع صلبان رقيقة مُوازاة قعدة البلُورة.

## البُجَمائِيت

بلُورات البُجَمائِيت، وهو صخر ناري، كبيرة لأنه كان قد برد ببطء. أمَّا عدم انتظام شكل البلُورات معاند إلى أنها كانت قد تشكَّلت مترابطة بعضها إلى بعض لا في خبز خبز.

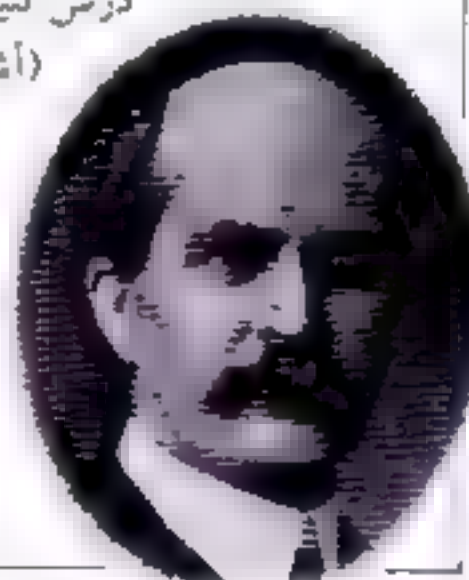
الثلُوباز (إلى اليسار) ذو تماثل مُعَيَّن

الرُّمُود ذو تماثل سداسي

الغالبين (حامة الزصاص) ذات تماثل مُكعبي

## الأنظمة البلُورية

الأنظمة البلُورية السبعة مُبيَّنة أعلاه والمعروف أن البلُورات الكاملة والشامة الشكل نادرة. لكن مهما كان شكل البلورة فإنَّ بالإمكان قياس تماثلها. وهذا يُساعد العلماء على تعرُّف هُويَّتها.



## وليام براج

وليام هنري براج (١٨٦٢ - ١٩٤٢) وأمه وليام لورانس براج (١٨٩٠ - ١٩٧١) كما أوَّل من درس نية البلُورات بالأشعة السينية (أشعة إكس). وقد نالا جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩١٥ لتعلُّقهما هذا. عند إقرار حُرمة من أشعة إكس غير بلُورة تُسقط بعضاً سميّاً على صمغها فوتوغرافية، يدعى المُحطَّط البلُوري، ولكل بلُورة مُحطَّطها الخاص بها وهذا المحطَّط يكشف السَّيَّه الداخليَّة للبلُورة وسنَّ ذراتها أو أيوناتها

المزو (الكوارتز) ذو تماثل ثلاثي

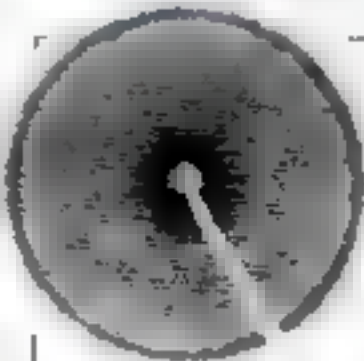
الأكسجين ذو تماثل ثلاثي المثل

الحش دو تماثل أحادي المثل

الاندوكراز ذو تماثل رُماعي

## تَمَيُّنُ البلُورات

تُسمى هذا السُّوط من البلُورات المُختلطة خض من بلُورات كبريتات الحديد السُّدريَّة (البنيَّة) وبلُورات كلوريد الكوبلت (الزرقاء)، وبلُورات يترات النحاس (الزرقاء). إنَّ تَمَيُّنُ البلُورات عملة سهلة يمكنك إقرارها تتعلَّص جيد في محلول مُركَّز من الماء والسكر أو من الماء وبلُورات الجُزارة (كبريتات النحاس)



## لمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ١٨
- الترايب الكيمائي ص ٢٨
- الكبريت ص ٤٥
- الأملاح ص ٧٣
- كيمياء الماء ص ٧٥
- الصخور والمعادن ص ٢٢١
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



# العناصر

تتألف السبيكة الذهبية من نوع واحد من الذرات هي ذرات الذهب، وهذا يعني أن الذهب عنصر. والمعروف أن معظم الأشياء في الكون تتألف من مجموعات مؤلفة من الذرات المختلفة، تدعى مركبات. قلة من العناصر فقط يمكن أن تتواجد في حالة بنية، كالذهب والنحاس والفضة. لقد تم حتى اليوم تعرف ١٠٩ عناصر، يتواجد منها طبيعيًا ٨٩. وكان تم اكتشاف عشرة عناصر قبل القرن الثامن عشر، واكتشف معظم الباقي في القرنين الثامن عشر والتاسع عشر حين بدأ الكيميائيون جديًا بتقصي العناصر والمركبات الكيماوية. وقد أصبح الجدول الدوري اليوم يضم ٢٠ عنصرًا اصطناعيًا لا

تتواجد في الطبيعة؛ جميعها ذو فاعلية إشعاعية، وبقاء بعضها لا يتجاوز بضعة أجزاء المليون من الثانية.

## نشأة العناصر

الهيدروجين، أسهل العناصر، كان أولها تكوينًا بعد مائه وخبره من الانفجار العظيم الذي كان به الكون منذ آلاف ملايين السنين، ثم تلاه عنصر الهيليوم. إن جميع العناصر التي تتألف منها الأرض حاليًا كانت قد تكونت في أعماق نجوم عملاقة، ثم انتشرت في الفضاء بعد تفجر تلك النجوم

## العناصر القديمة

خلال القرن الرابع ق.م. كان فلاسفة الإغريق، من بينهم أرسطو، يعتقدون أن جميع أشكال المادة مكونة من أربعة عناصر فقط هي النار والهواء والماء والتراب مُتسببةً بسبب مختلفة فاعلطة، فاعلطة، مثلًا، كان، في رأيهم، يتألف من أربعة أجزاء، نارًا، وخبرًا ماءً، وخبرًا من التراب. ويُنسب الرُّشْم أدناه، من محفوظ لقصيدة بالألمانية عن الحبيبات في القرن السابع عشر، أربعة رموز تمثل التراب والماء والهواء والنار



## العناصر في ما قبل التاريخ

الحديد كان أحد العناصر التي عرفها القدماء منذ حوالي العام ١٥٠٠ ق.م. فقد اكتشف الجيتون، الذين استوطنوا ما هو اليوم أواسط تركيا، طريقة استخراج الحديد بإحماء خاماته. ولم يمضِ طويل وقت حتى انتشرت هذه المعرفة عبر القارة الأوروبية. مثلت العصبه الحديدية هذا يريد



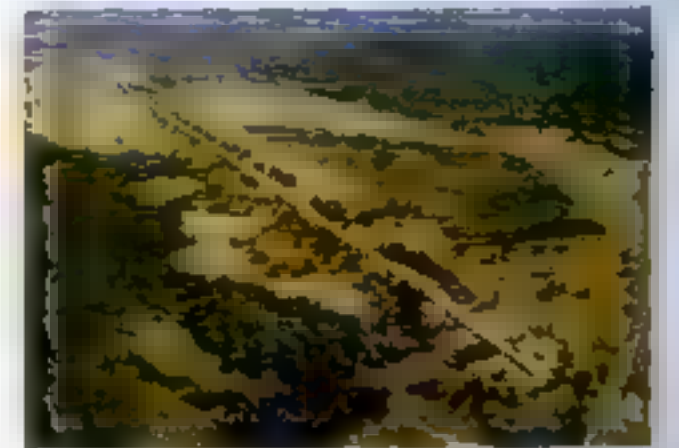
عمره على  
سنة ٢٠٠٠

## عصر العناصر

لعل الكيميائي الألماني، وينغ براند، استخلاصه الفسفور عام ١٦٦٩، كان أول من حضر عنصرًا من خاماته. لكن الأمر استغرق قرابة القرن من الزمان قبل أن يقتضيه آخرون بإحماء المواد لاستخلاص العناصر من مركباتها وقد توصل بعضهم إلى فصل عناصر بالكهرباء أي بمرار تيار كهربائي عبر المواد، محلولة أو مصهورة

## العناصر الشائعة

العنصران الأكثر شيوعًا في الكون كمجموع، ويقدّر كبير، هما الهيدروجين والهيليوم. فهما العنصران الأساسيان في النجوم، إذ يشكلان ٩٨ في المئة من مادتها. أما في القشرة الأرضية، فعنصر الأكسجين هو الأكثر وفرة بين جميع العناصر ويليه السيليكون، حيث يشكلان معًا حوالي ثلاثة أرباع مكونات القشرة. والمعلوم أن العناصر الأكثر تواجدًا في جسم الإنسان هي الكربون والهيدروجين والأكسجين لأنها تؤلف معظم المركبات في جميع خلايا الجسم



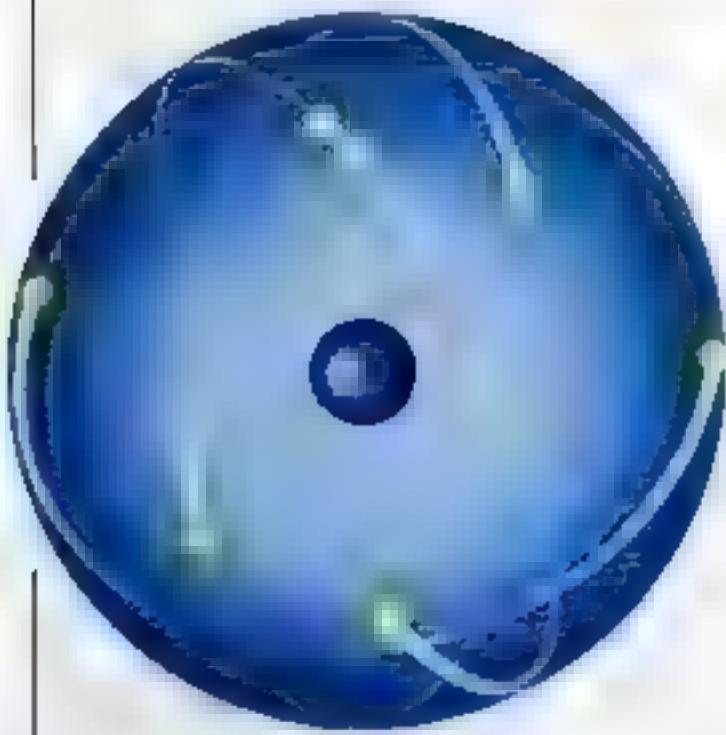
## المسارح الخطي

يستطيع الميريانيون النوويون تحليل عنصر جديد بضغط عنصر موجود بجسيمات عالية السرعة في مسارح خطي. فزيادة عدد البروتونات في نوى الذرات يتولد عنصر جديد



نجم يتفجر

الإلكترونات  
السبة لذرة  
الكربون تدوم  
حولها باستمرار  
والاربعة منها في  
الغلاف الخارجي  
جاهزة للارتباط  
مع ذرات أخرى.



مختبر في القرن  
التاسع عشر

## الذرات

جميع ذرات العنصر تحوي الأعداد نفسها من الإلكترونات والبروتونات، وهذا يجعل كل عنصر فريدًا كيماويًا.

عناصر في قشرة  
الأرض

عناصر جدد مازدة  
البوتاسيوم  
المغنيسيوم  
الصوديوم  
الكالسيوم  
الحديد  
الالومنيوم  
السيليكون  
الأكسجين



## لمزيد من المعلومات انظر

السبة الذرية ص ٢٤  
النشاط الإشعاعي ص ٢٦  
الجدول الدوري لعناصر ص ٣٢  
المركبات والمزيجات ص ٥٨  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



# الجدول الدوري للعناصر

قد يبدو هذا الجدول مُعَقَّدًا، لكنَّه في الواقع جدولٌ بسيطٌ بالعناصر جميعها مُرتبةً ترتيبًا تصاعديًا، في صفوف أفقية تبعًا لأعدادها الذرية (أي عدد البروتونات في نواها). ففي ثمانينيات القرن التاسع عشر لاحظ الكيميائيون أنَّ لمجموعات مُعيَّنة من العناصر خواصَّ مُتَّماثلة، فحاولوا ترتيبها في مجاميع مُجدولة بشكل يُبين ذلك بوضوح. وفي عام ١٨٦٩ نشر ديمتري مندلييف الجدول الأفضل بينها الذي ما زال يُستخدمُ حتى اليوم؛ فيستطيعُ الكيميائي معرفة الكثير عن عنصر ما بالنظر فقط إلى موقعه في الجدول الدوري.

ترتيبًا تصاعديًا، في صفوف أفقية تبعًا لأعدادها الذرية (أي عدد البروتونات في نواها). ففي ثمانينيات القرن التاسع عشر لاحظ الكيميائيون أن لمجموعات معينة من العناصر خواص متماثلة، فحاولوا ترتيبها في مجاميع مُجدولة بشكل يُبين ذلك بوضوح. وفي عام ١٨٦٩ نشر ديمتري مندلييف الجدول الأفضل بينها الذي ما زال يُستخدم حتى اليوم؛ فيستطيع الكيميائي معرفة الكثير عن عنصر ما بالنظر فقط إلى موقعه في الجدول الدوري.

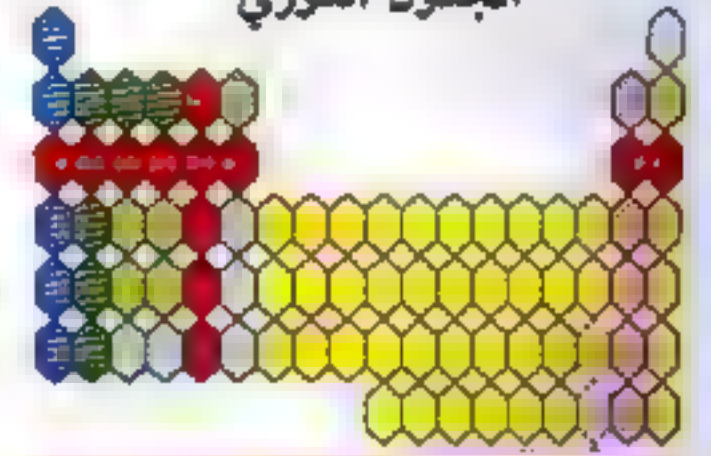
١٨	١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١
هـ	د	ج	ب	أ	ز	ح	ط	ي	ك	ل	م	ن	س	ع	ف	ق	ر
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦
٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠	٥١	٥٢	٥٣	٥٤
٥٥	٥٦	٥٧	٥٨	٥٩	٦٠	٦١	٦٢	٦٣	٦٤	٦٥	٦٦	٦٧	٦٨	٦٩	٧٠	٧١	٧٢
٧٣	٧٤	٧٥	٧٦	٧٧	٧٨	٧٩	٨٠	٨١	٨٢	٨٣	٨٤	٨٥	٨٦	٨٧	٨٨	٨٩	٩٠
٩١	٩٢	٩٣	٩٤	٩٥	٩٦	٩٧	٩٨	٩٩	١٠٠	١٠١	١٠٢	١٠٣	١٠٤	١٠٥	١٠٦	١٠٧	١٠٨
١١٠	١١١	١١٢	١١٣	١١٤	١١٥	١١٦	١١٧	١١٨	١١٩	١٢٠	١٢١	١٢٢	١٢٣	١٢٤	١٢٥	١٢٦	١٢٧
١٢٩	١٣٠	١٣١	١٣٢	١٣٣	١٣٤	١٣٥	١٣٦	١٣٧	١٣٨	١٣٩	١٤٠	١٤١	١٤٢	١٤٣	١٤٤	١٤٥	١٤٦
١٤٨	١٤٩	١٥٠	١٥١	١٥٢	١٥٣	١٥٤	١٥٥	١٥٦	١٥٧	١٥٨	١٥٩	١٦٠	١٦١	١٦٢	١٦٣	١٦٤	١٦٥
١٦٧	١٦٨	١٦٩	١٧٠	١٧١	١٧٢	١٧٣	١٧٤	١٧٥	١٧٦	١٧٧	١٧٨	١٧٩	١٨٠	١٨١	١٨٢	١٨٣	١٨٤
١٨٧	١٨٨	١٨٩	١٩٠	١٩١	١٩٢	١٩٣	١٩٤	١٩٥	١٩٦	١٩٧	١٩٨	١٩٩	٢٠٠	٢٠١	٢٠٢	٢٠٣	٢٠٤
٢٠٦	٢٠٧	٢٠٨	٢٠٩	٢١٠	٢١١	٢١٢	٢١٣	٢١٤	٢١٥	٢١٦	٢١٧	٢١٨	٢١٩	٢٢٠	٢٢١	٢٢٢	٢٢٣
٢٢٦	٢٢٧	٢٢٨	٢٢٩	٢٣٠	٢٣١	٢٣٢	٢٣٣	٢٣٤	٢٣٥	٢٣٦	٢٣٧	٢٣٨	٢٣٩	٢٤٠	٢٤١	٢٤٢	٢٤٣
٢٤٦	٢٤٧	٢٤٨	٢٤٩	٢٥٠	٢٥١	٢٥٢	٢٥٣	٢٥٤	٢٥٥	٢٥٦	٢٥٧	٢٥٨	٢٥٩	٢٦٠	٢٦١	٢٦٢	٢٦٣
٢٦٦	٢٦٧	٢٦٨	٢٦٩	٢٧٠	٢٧١	٢٧٢	٢٧٣	٢٧٤	٢٧٥	٢٧٦	٢٧٧	٢٧٨	٢٧٩	٢٨٠	٢٨١	٢٨٢	٢٨٣
٢٨٦	٢٨٧	٢٨٨	٢٨٩	٢٩٠	٢٩١	٢٩٢	٢٩٣	٢٩٤	٢٩٥	٢٩٦	٢٩٧	٢٩٨	٢٩٩	٣٠٠	٣٠١	٣٠٢	٣٠٣
٣٠٦	٣٠٧	٣٠٨	٣٠٩	٣١٠	٣١١	٣١٢	٣١٣	٣١٤	٣١٥	٣١٦	٣١٧	٣١٨	٣١٩	٣٢٠	٣٢١	٣٢٢	٣٢٣
٣٢٦	٣٢٧	٣٢٨	٣٢٩	٣٣٠	٣٣١	٣٣٢	٣٣٣	٣٣٤	٣٣٥	٣٣٦	٣٣٧	٣٣٨	٣٣٩	٣٤٠	٣٤١	٣٤٢	٣٤٣
٣٤٦	٣٤٧	٣٤٨	٣٤٩	٣٥٠	٣٥١	٣٥٢	٣٥٣	٣٥٤	٣٥٥	٣٥٦	٣٥٧	٣٥٨	٣٥٩	٣٦٠	٣٦١	٣٦٢	٣٦٣
٣٦٦	٣٦٧	٣٦٨	٣٦٩	٣٧٠	٣٧١	٣٧٢	٣٧٣	٣٧٤	٣٧٥	٣٧٦	٣٧٧	٣٧٨	٣٧٩	٣٨٠	٣٨١	٣٨٢	٣٨٣
٣٨٦	٣٨٧	٣٨٨	٣٨٩	٣٩٠	٣٩١	٣٩٢	٣٩٣	٣٩٤	٣٩٥	٣٩٦	٣٩٧	٣٩٨	٣٩٩	٤٠٠	٤٠١	٤٠٢	٤٠٣
٤٠٦	٤٠٧	٤٠٨	٤٠٩	٤١٠	٤١١	٤١٢	٤١٣	٤١٤	٤١٥	٤١٦	٤١٧	٤١٨	٤١٩	٤٢٠	٤٢١	٤٢٢	٤٢٣
٤٢٦	٤٢٧	٤٢٨	٤٢٩	٤٣٠	٤٣١	٤٣٢	٤٣٣	٤٣٤	٤٣٥	٤٣٦	٤٣٧	٤٣٨	٤٣٩	٤٤٠	٤٤١	٤٤٢	٤٤٣
٤٤٦	٤٤٧	٤٤٨	٤٤٩	٤٥٠	٤٥١	٤٥٢	٤٥٣	٤٥٤	٤٥٥	٤٥٦	٤٥٧	٤٥٨	٤٥٩	٤٦٠	٤٦١	٤٦٢	٤٦٣
٤٦٦	٤٦٧	٤٦٨	٤٦٩	٤٧٠	٤٧١	٤٧٢	٤٧٣	٤٧٤	٤٧٥	٤٧٦	٤٧٧	٤٧٨	٤٧٩	٤٨٠	٤٨١	٤٨٢	٤٨٣
٤٨٦	٤٨٧	٤٨٨	٤٨٩	٤٩٠	٤٩١	٤٩٢	٤٩٣	٤٩٤	٤٩٥	٤٩٦	٤٩٧	٤٩٨	٤٩٩	٥٠٠	٥٠١	٥٠٢	٥٠٣
٥٠٦	٥٠٧	٥٠٨	٥٠٩	٥١٠	٥١١	٥١٢	٥١٣	٥١٤	٥١٥	٥١٦	٥١٧	٥١٨	٥١٩	٥٢٠	٥٢١	٥٢٢	٥٢٣
٥٢٦	٥٢٧	٥٢٨	٥٢٩	٥٣٠	٥٣١	٥٣٢	٥٣٣	٥٣٤	٥٣٥	٥٣٦	٥٣٧	٥٣٨	٥٣٩	٥٤٠	٥٤١	٥٤٢	٥٤٣
٥٤٦	٥٤٧	٥٤٨	٥٤٩	٥٥٠	٥٥١	٥٥٢	٥٥٣	٥٥٤	٥٥٥	٥٥٦	٥٥٧	٥٥٨	٥٥٩	٥٦٠	٥٦١	٥٦٢	٥٦٣
٥٦٦	٥٦٧	٥٦٨	٥٦٩	٥٧٠	٥٧١	٥٧٢	٥٧٣	٥٧٤	٥٧٥	٥٧٦	٥٧٧	٥٧٨	٥٧٩	٥٨٠	٥٨١	٥٨٢	٥٨٣
٥٨٦	٥٨٧	٥٨٨	٥٨٩	٥٩٠	٥٩١	٥٩٢	٥٩٣	٥٩٤	٥٩٥	٥٩٦	٥٩٧	٥٩٨	٥٩٩	٦٠٠	٦٠١	٦٠٢	٦٠٣
٦٠٦	٦٠٧	٦٠٨	٦٠٩	٦١٠	٦١١	٦١٢	٦١٣	٦١٤	٦١٥	٦١٦	٦١٧	٦١٨	٦١٩	٦٢٠	٦٢١	٦٢٢	٦٢٣
٦٢٦	٦٢٧	٦٢٨	٦٢٩	٦٣٠	٦٣١	٦٣٢	٦٣٣	٦٣٤	٦٣٥	٦٣٦	٦٣٧	٦٣٨	٦٣٩	٦٤٠	٦٤١	٦٤٢	٦٤٣
٦٤٦	٦٤٧	٦٤٨	٦٤٩	٦٥٠	٦٥١	٦٥٢	٦٥٣	٦٥٤	٦٥٥	٦٥٦	٦٥٧	٦٥٨	٦٥٩	٦٦٠	٦٦١	٦٦٢	٦٦٣
٦٦٦	٦٦٧	٦٦٨	٦٦٩	٦٧٠	٦٧١	٦٧٢	٦٧٣	٦٧٤	٦٧٥	٦٧٦	٦٧٧	٦٧٨	٦٧٩	٦٨٠	٦٨١	٦٨٢	٦٨٣
٦٨٦	٦٨٧	٦٨٨	٦٨٩	٦٩٠	٦٩١	٦٩٢	٦٩٣	٦٩٤	٦٩٥	٦٩٦	٦٩٧	٦٩٨	٦٩٩	٧٠٠	٧٠١	٧٠٢	٧٠٣
٧٠٦	٧٠٧	٧٠٨	٧٠٩	٧١٠	٧١١	٧١٢	٧١٣	٧١٤	٧١٥	٧١٦	٧١٧	٧١٨	٧١٩	٧٢٠	٧٢١	٧٢٢	٧٢٣
٧٢٦	٧٢٧	٧٢٨	٧٢٩	٧٣٠	٧٣١	٧٣٢	٧٣٣	٧٣٤	٧٣٥	٧٣٦	٧٣٧	٧٣٨	٧٣٩	٧٤٠	٧٤١	٧٤٢	٧٤٣
٧٤٦	٧٤٧	٧٤٨	٧٤٩	٧٥٠	٧٥١	٧٥٢	٧٥٣	٧٥٤	٧٥٥	٧٥٦	٧٥٧	٧٥٨	٧٥٩	٧٦٠	٧٦١	٧٦٢	٧٦٣
٧٦٦	٧٦٧	٧٦٨	٧٦٩	٧٧٠	٧٧١	٧٧٢	٧٧٣	٧٧٤	٧٧٥	٧٧٦	٧٧٧	٧٧٨	٧٧٩	٧٨٠	٧٨١	٧٨٢	٧٨٣
٧٨٦	٧٨٧	٧٨٨	٧٨٩	٧٩٠	٧٩١	٧٩٢	٧٩٣	٧٩٤٤</									



## المجموعات والدورات

كيف نستفيد الجدول الدوري؟ إن العناصر الـ ١٠٩ المعروفة حالياً مرتبة في صفوف أفقية يتزايد عددها التدريجي، تسمى دورات. وكما هو مبين، فإن الدورات تبدأ بفيلز فلوي من اليسار وتنتهي بعنبر بيل عن اليمين. إن ذرات العناصر في بداية كل دورة تحوي إلكترونات واحد فقط في الغلاف الخارجي؛ وفي نهاية الدورة يكتمل هذا الغلاف ثمانية إلكترونات. أما العناصر المتواجدة في الأعمدة القائمة، وتدعى مجموعات، فتحوي ذراتها العدد نفسه من الإلكترونات في غلافاتها الخارجية؛ لذا فإن لها التكافؤ نفسه؛ وخصائصها الكيميائية متماثلة.

## الجنون التوري



تتألف المجموعة ١٤ من: الكربون (ك)  
والسليكون (س) والجرمانيوم (جر)  
والقصدير (ق) والرصاص (صا)

تتألف الدورة ٢ من: الصوديوم (ص)  
والمغنيسيوم (مغ) والالومنيوم (لم)  
والسليكون (س) والفوسفور (فو) والكبريت  
(كب) والكلور (كل) والارجون (جو)

عدد الإلكترونات لكل عنصر  
مسار لعدده الذري.

## الفيلزات واللافلزات

إن معظم العناصر الكيميائية هي من  
العناصر. أما اللاهيزات فتشعل مثلًا في  
بساط الجدول الدوري؟ وتقع بينهما  
أشباه العناصر التي لها بعض خصائص  
العناصر وبعض خصائص اللاهيزات. هناك  
اختلافات كبيرة متعددة بين العناصر واللاهيزات،  
واللاهيزات جوامد (ما عدا الرنق، وهو سائل)،  
وهي موصلات جيدة للحرارة والكهرباء،  
وذاث درجات انصهار وعليان عالية غالبًا؛  
كما تكون أيونات موجبة تدعى هوابط (كاثيوتات)  
عندما تترايط مع عناصر أخرى. أما اللاهيزات  
فتمثلها غازات ذات درجات انصهار وعليان  
حميدة، وهي ليست موصلات جيدة، ما عدا  
الكربون؛ كما تكون أيونات سالبة تدعى صوابد  
(أيونات) عندما تترايط مع عناصر أخرى.

ذُرَّةُ الرُّعَاصِ  
لَهَا سِتَّةُ  
عِلَافَاتٍ

ذُرَّةُ الْقَصِيرِ  
لَهَا حَمْسَةٌ  
غِلَافَاتٍ

ذُرَّةُ السَّلِيكُونِ  
لَهَا ثَلَاثَةٌ  
عِلَالَاتٌ

ذرة الكربون لها  
علاقي

المجموعة نُزولاً

تظهر علاقة المجموعة  
بشكل وضوح في بعض  
المجموعات، كما في  
المجموعة ١ (العلاقات القلوية)،  
والمجموعة ٢ (فلزات الأرض  
القلوية) والمجموعة ١٨ (الغازات  
الثابتة) فالعناصر متماثلة في  
المظهر وفي التفاعلية (أي قابلية  
ترابط). أما في مجموعات أخرى  
المجموعة ١٤، فالعناصر  
ليماوية تبقى متماثلة، لكن العناصر  
تتغير من لا فلزية في أعلى المجموعة  
إلى فلزية في أسفلها. فانكروم  
(ك) لا فلز نموذجي، والسليكون  
(س) والجرمانيوم (جر) كلاهما  
شبه فلز، أما القصدير (ق)  
الرمادي (صا) فكلهما فلزان.

يتزايد عدد العلاقات، مرونًا،  
علاقة واحدة مع كل عنصر، علمًا  
أن العدد الأقصى لهذه العلاقات  
في الدرة هو سبعة، أما عدد  
الإلكترونات في الفلاف المارجمي  
لاي عنصر في  
المجموعة الواحدة  
فهو دائمًا نفسه  
لجميع عناصرها.



قبة الفسفور من  
مجموعة ١٥، هناك ١٥  
روثاء خمسة منها في




في ذرة السليكون من  
المجموعة ١٤، هناك ١٤  
إلكترونات، أربعة منها في  
الغلاف الخارجي.



في ذرة الألو منيوم من  
المجموعة ١٣، هناك  
١٣ إلكترونًا، ثلاث منها  
في الغلاف الخارجي.



في ذرة السيزيوم من المجموعة ٢، هنالك ١٢ إلكترونًا، اثنان منها في



في ذرة الصوديوم من  
مجموعة ١، هناك ١١  
إلكترونًا، واحدٌ منها في

### تَحْيَرُ النُّورَةِ (أُفْقِيًّا)

بالانتقال غير الدورية من التبين إلى اليسار، يتزايد عدد الإلكترونات إلكترونًا واحدًا مع كلِّ عنصرٍ، ويظهرُ تغيُّرٌ تدريجيٌّ في الخصائص الكيميائية. ففي الدورة ٣، تتميز العناصرُ من الصوديوم (ص)، العليز، غير السليكون (س)، شبه العليز، إلى الأرجون (عر)، اللّاملز. وتتميزُ العناصرُ من مُكوّنات هوابط (كاثيونات) إلى مُكوّنات صواعِد (أنيونات).

**تَنَاقُصُ الْحَجْمِ**  
يُظَلُّ عَدَدُ الْجَلَّاتِ نَفْسَهُ غَيْرَ  
الدَّوْرَةِ؛ لَكِنْ يَتَنَاقُصُ حَجْمُ  
الْفَرْزَةِ بِتَرَاوِدِ عَدَدِ الْإِلِكْتُرُونَاتِ.  
وَذَلِكَ لِأَنَّ زِيَادَةَ الْهَرْتُونَاتِ  
فِي الثَّوَاتِ تَزِيدُ جَدَّتَهَا  
الْإِلِكْتُرُونَاتِ سَعْوَهَا

في نزة الكبرى من  
المجموعة ١٦، هناك ١٦  
إلكترونات ستة منها في  
الغلاف الخارجي

في دائرة الكلور من المجموعة ١٧، هناك ١٧ إلكترونًا، سبعة منها في الغلاف الخارجي.

في دائرة الأرجون من المجموعة ١٨، هناك ١٨ إلكترونًا، ثمانية منها في الغلاف الخارجي.

### لزيادة من المعلومات الضرورية

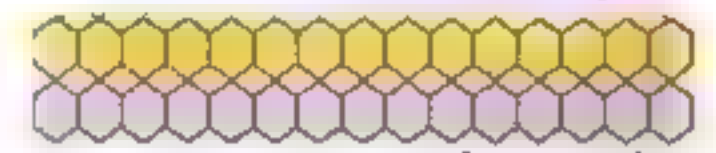
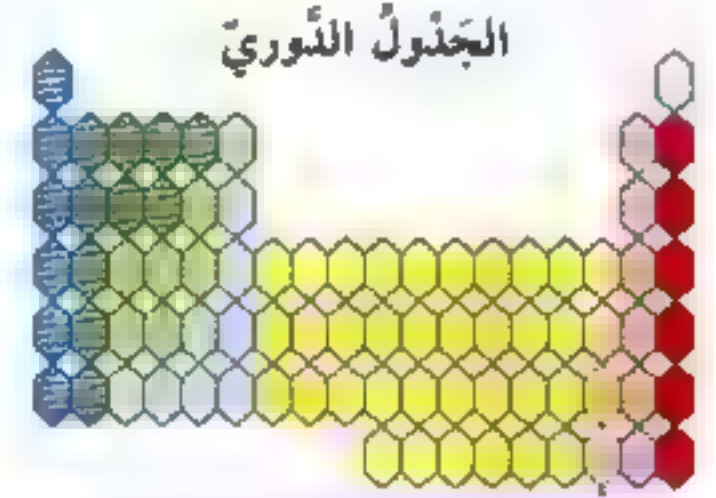
الميزة القويّة من ٢٤  
 الترابط الكيميائي من ٢٨  
 العناصر من ٣١  
 العليّات القويّة من ٣٤  
 أشباه العليّات من ٣٩  
 العارات السبلة من ٤٨  
 سلة التعامليّة من ٦٦  
 حقائق ومعلومات من ٤٠٢

١٨ فلز الألمنيوم ٢٨	١٧ فلز الكالسيوم ٢٠	١٦ فلز المغنيسيوم ٢٤	١٥ فلز النيكل ٢٨	١٤ فلز الزنك ٦٥	١٣ فلز البرونز ٦٤	١٢ فلز القصدير ٢٣٨	١١ فلز الفضة ٢٠٠
------------------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	---------------------------



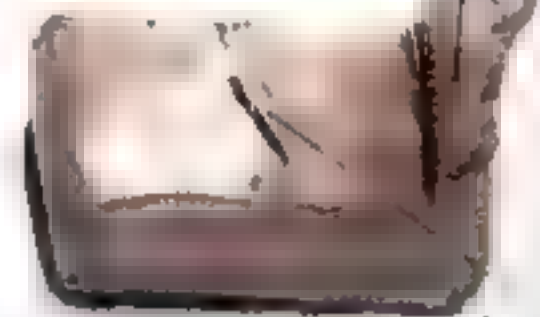
# الفِلِزَّاتُ القِلْوِيَّة

أكثرُ عناصرِ المجموعة ١، من الجدول الدوري، شيوعًا هو الصوديوم أحدُ مكوّنَي ملح الطعام. وتُدعى عناصرُ هذه المجموعة الفِلِزَّاتِ القِلْوِيَّة، لأنها تتفاعلُ مع الماء لتكوّن محاليلَ قِلْوِيَّة. البوتاسيوم، أحدُ مقوّمات الأسمدة المعروفة مثل كبريتات البوتاسيوم ونترات الشيلي، هو عنصرٌ آخرُ في هذه المجموعة. ومن عناصرِ هذه المجموعة أيضًا الليثيوم الذي تُستخدمُ مركّباته طبّيًّا في معالجة حالات الاكتئاب الهوسي العُصابيّة. كما يُمزجُ الليثيوم مع الألومنيوم في سائك خفيفة متينة تُستخدمُ في بناء الطائرات. وجميعُ الفِلِزَّاتِ القِلْوِيَّة ذات لونٍ أبيض فضّي، وتزايد تفاعلُها نزولًا إذ يحوي العلاف الخارجي لذراتها إلكترونًا واحدًا يتناقصُ انجذابه إلى النواة من أعلى المجموعة إلى أسفلها.

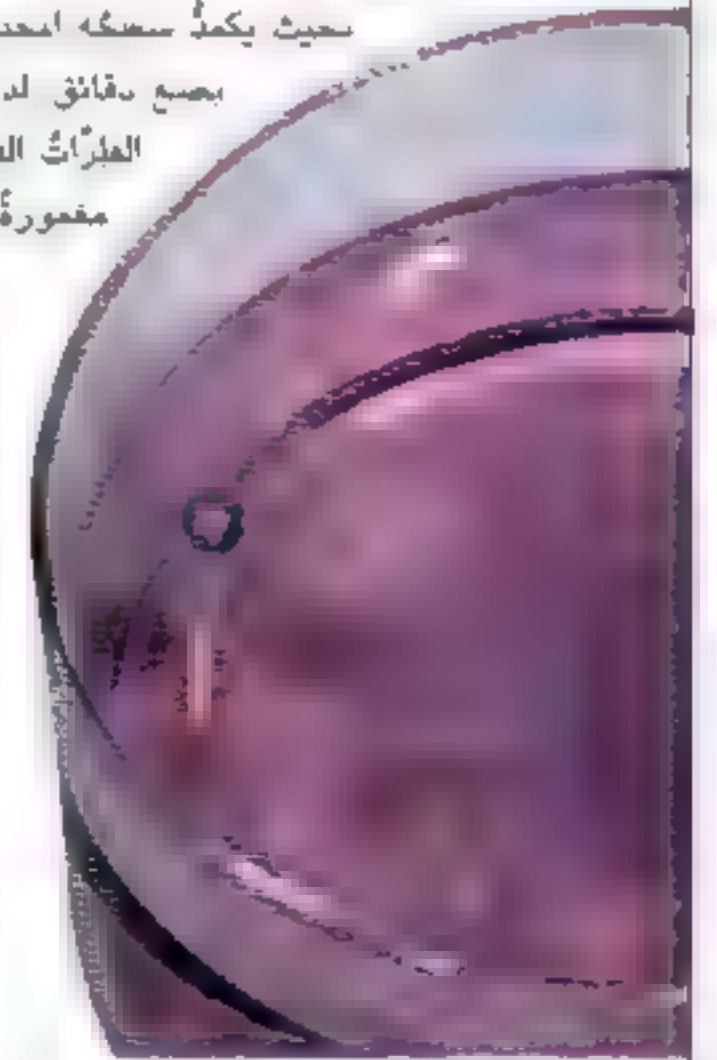


تتألف المجموعة ١ من الليثيوم (لث) والصوديوم (ص) والبوتاسيوم (بو) والروبيديوم (ريد) والشيرونيم (سر) والفراسيوم المشع (فر)

جميعُ الفِلِزَّاتِ القِلْوِيَّة لينة بحيث تقطع بالسكين



يتفاعل الصوديوم بسرعة مع أكسجين الهواء بحيث يكمد سطحه امحوش في بضع دقائق لد تحفظ الفلزات القلوية مغمورة في الزيت



## مصابيح الصوديوم

توفخ مصابيح الشوارع بلونٍ أصفر برتقاليّ زاهٍ لأنها تحوي بخار الصوديوم الذي يُصدر هذا اللون عند مرور الكهرباء عبره كما تُعطي مركّبات الصوديوم لونًا ثمانيًا عندما تُعرض للهب

يتفاعل البوتاسيوم أيضًا مع أكسجين الهواء، وبسرعة أكثر من الصوديوم

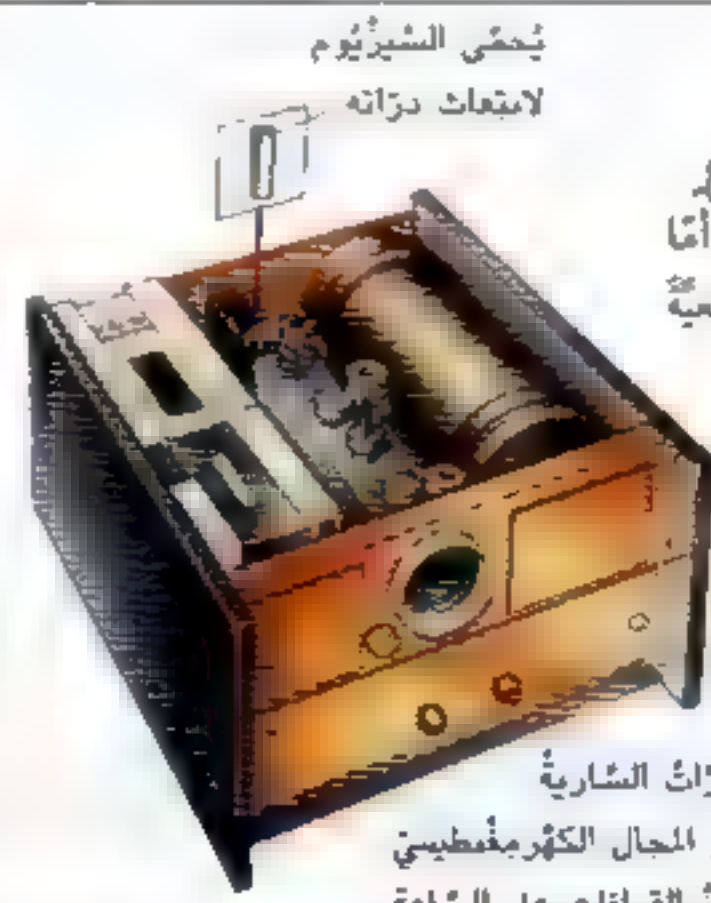


## التفاعل مع الماء

تتفاعل قطعة من البوتاسيوم مع الماء بقوة شديدة بحيث تُدوم آزة فوق كامل السطح مُكوّنة قذيع من عار الهيدروجين الذي يشعل بلهب أرقى قرمزي ويتبخ هذا التفاعل هيدروكسيد البوتاسيوم الذي يُغزل الماء إلى محلول قلويّ، وتسخن الماء بحرارة التفاعل وتتفاعل جميع الفلزات القلوية مع الماء بشكل مُماثل، لكن الروبيديوم والشيرونيم يتفجرا عند ملامسته

## ساعة السيزيوم الذرية

تضبط الساعات العادية الوقت بعد نوع من الإيقاع المُتظلم كخطران البندول؛ أما الساعات الذرية فتعتمد الذبذبات الطبيعية لدرجات السيزيوم. وهذه الذرات تُحدث ٧٧٠ ٦٣١ ١٩٢ ٩ ذبذبة في الثانية؛ لذا، فإن ساعات السيزيوم الذرية يمكنها أن تقس الأجزاء من الثانية بكون دقة وتُنسّق دذبذبات درجات السيزيوم بمساعدة مجال كهرومغناطيسي.



الذرات السارية عبر المجال الكهرومغناطيسي تُبَيِّنُ القراءات على الساعة.

## استخراج الصوديوم

يُستخرج الصوديوم من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) باستخدام حلية ذاود يُحمى المِلْح إلى ٨٠٠° من حتى ينصهر، ويسري التيار الكهربائي في الملح المنصهر عبر مصعد (أنود) من الغرافيت ومهبط (كاتود) من الفولاذ؛ فيتخلل المِلْح إلى عنصري الصوديوم والكلور. هذه العملية تُدعى عملية الكهزلة (التحليل الكهربائي)؛ وكان السير هفري ديفي (١٧٧٨-١٨٢٩) أول من إستعملها



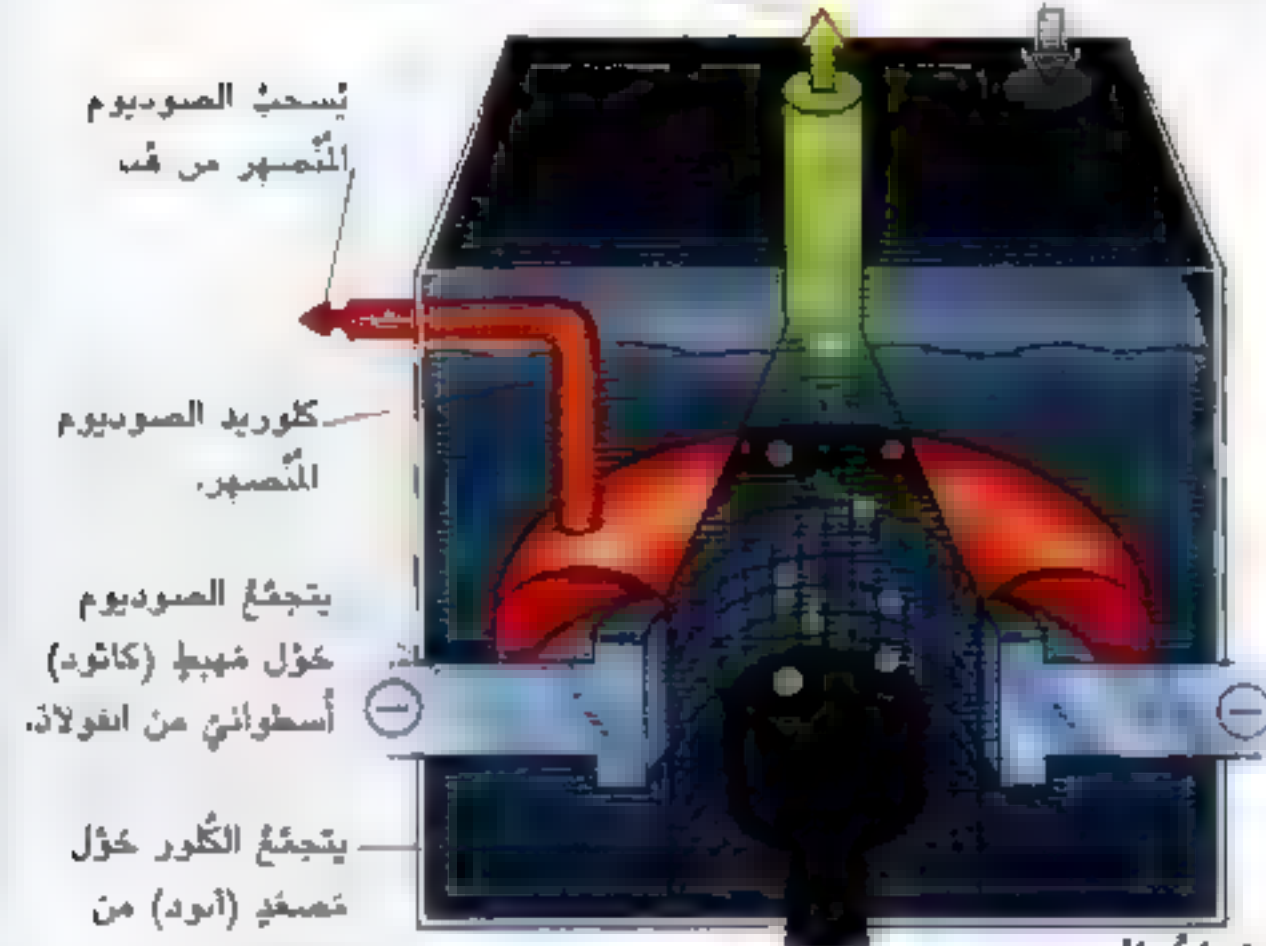
## صناعة الصابون

يُصنع الصابون الجمد (أو السائل) بإغلاء اللّغن مع هيدروكيد الصوديوم (أو ابوسيوم) ويعتمد أن لمصريين القدماء كانوا أول من صنع الصابون



يبيع عار الكلور

التغذية بكلوريد الصوديوم.



يُسحب الصوديوم المنصهر من قاع  
كلوريد الصوديوم المنصهر.  
يتجلى الصوديوم كؤل مهبط (كاتود) أسطوانتي من الفولاذ.  
يتجلى الكلور كؤل مصعد (أنود) من الغرافيت.

## لريد من المعلومات انظر

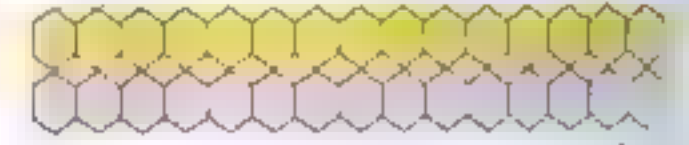
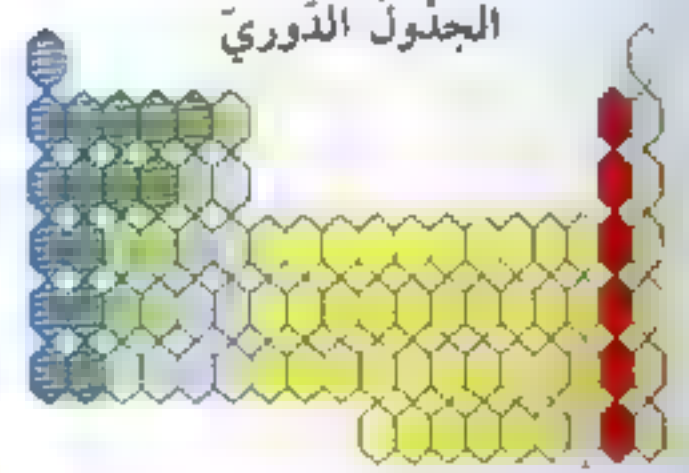
- لترايط الكيمائي ص ٢٨
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- لكهزلة (التحليل الكهربائي) ص ٦٧
- الفِلِزَّاتِ والقواعد ص ٧٠
- الكيمياء الزراعية ص ٩١
- صاعة الفِلِزَّاتِ ص ٩٤
- الكهرومغناطيسي ص ١٥٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



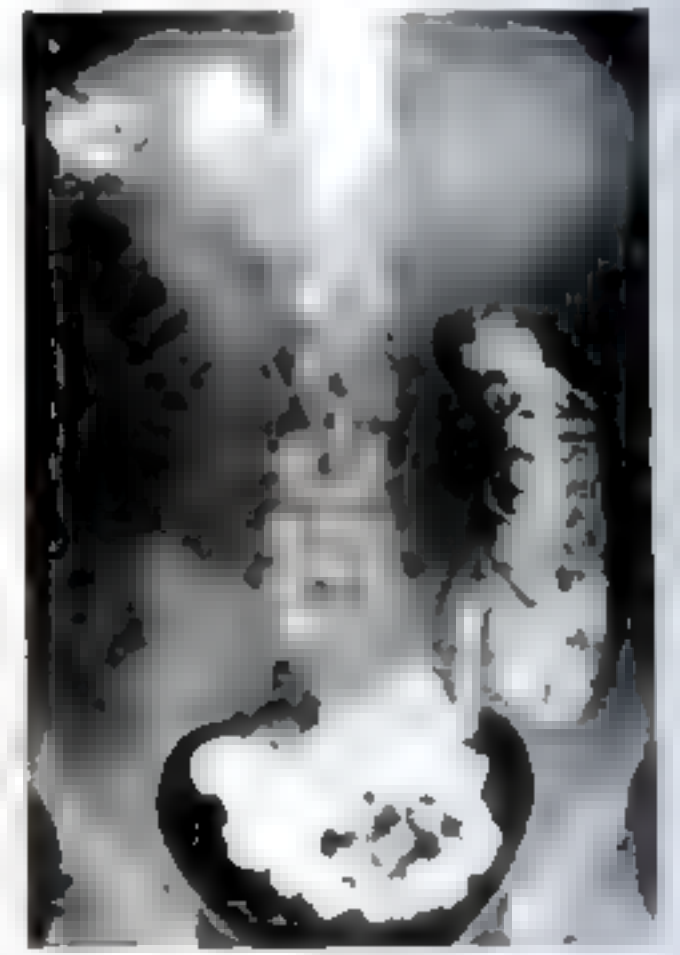
# فلزات الأثرية القلوية

أشهر عناصر المجموعة ٢ من الجدول الدوري هو الكالسيوم، ويوجد في الطباشير والحليب والعظام وغيرها. وتدعى عناصر هذه المجموعة فلزات الأثرية القلوية لأنها جميعها تتفاعل مع الماء فتكون محاليل قلوية، كما إن مركباتها متوافرة في الطبيعة على نطاق واسع. فالبريليوم، مثلاً، يتواجد في الحجارة شبه الكريمة كالزمرّد والرّجّد. والراديوم هو العنصر المشعّ الذي اكتشفه ماري كوري؛ كما إن أحد نظائر السترنشيوم، السترنشيوم-٩٠، هو أحد المكونات الخطرة للسّفت النووي، لكنّه يُستخدم أيضاً في معالجة سرطانات الجلد. وجميع فلزات الأثرية القلوية ذات لون أبيض فضّي في حال النقاوة؛ وخصائصها الكيميائية شبيهة بعناصر الفلزات القلوية، لكنها أقلّ تفاعليّة؛ والعلاف الحارّجي لذراتها يحوي إلكترونين.

الجدول الدوري

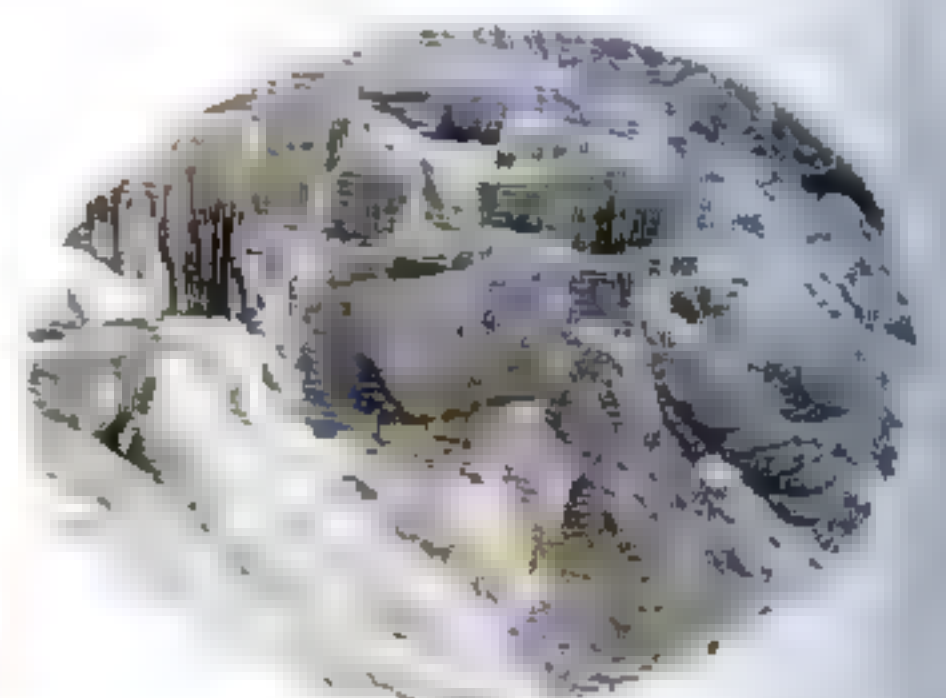


تتألف المجموعة ٢ من البريليوم (بي) والماغنسيوم (مع) والكالسيوم (كا) والسترنشيوم (سر) والباريوم (با) والراديوم (د) المشعّ



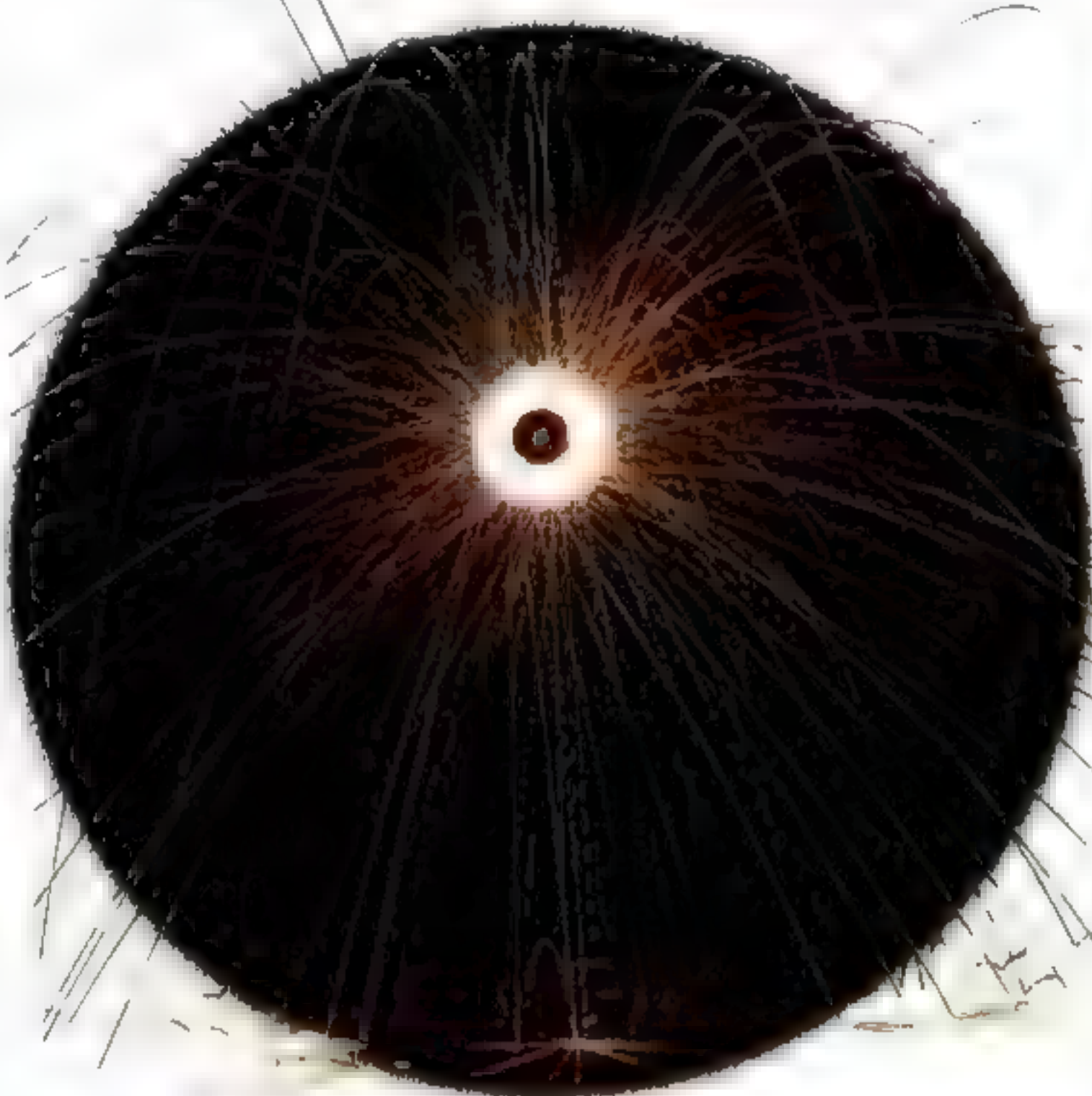
وحدة الباريوم

على بعض المرضى في المستشفيات وحدة بحوي كبريت الباريوم في الصور بالأشعة أشبه (أشعة كس) وهذا المركب غير مفيد لأشعة كس من نظير الجهر الخاضع بأشعة على طوره فستل لأطباء شحصر الحدة وتحديد العلة



شلاّت طاشيرة

في يابغ بأموكال الحارة يتركب نفو الحدة شح من معدنا حو سطح لتساب شلاّاب فوق لصحور المكفة إذا كان محوي حاء من الطاشير الدوّانة (سكرمويات الكالسيوم) وفوا، يأخذ هذا بالنرش بعد نحر الماء ذلوات (مع دلاء) من الطاشير غير الدوّنة (كرومات الكالسيوم)



## ألوان الأسهم النارية

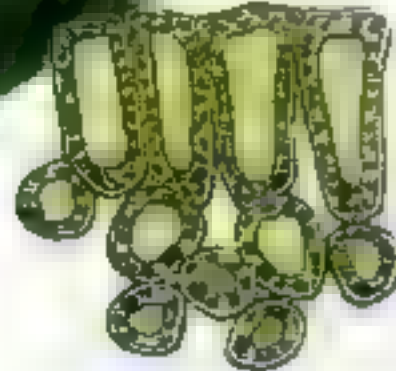
الألوان الزاهية التي نشاهد في المفرقات الاستعراضية تُنتجها بضوء رئيسية فلزات الأثرية القلوية والماغنسيوم يُستخدم في بعض الأسهم لبارية ليولد الضوء الأبيض الساطع، كما إن مركبات السترنشيوم تُنتج الألوان القرمزية، وتوجد مركبات الباريوم اللون الأحمر بطلانه المحتفلة

## السبائك الخفيفة

تستخدم الماغنسيوم على نطاق واسع في سبائك هكس بدراحت من مغزبات هذه السبائك أيضاً فلزات أخرى، كالألومنيوم والحدارصين (نرّك)، تُخضعها حفصة ومب



سقفور يكتسب السبائك لونها الأحمر



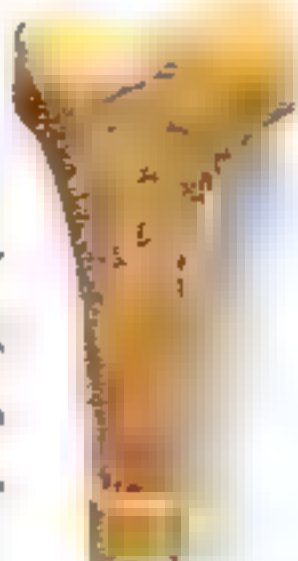
## المغنسيوم الحبيوي

استخضر (الكاهروفل) ضروري حذا لتساب في عمته اسحقق الصوي (الصع الكرومدرات) ولحضور بحوي مركبات الماغنسيوم في ساعد التاب في سر اطاره لشفنة نفوة عمته انحلق

يوجد الماغنسيوم في البلاستيكا والحصراء وهي كسيمات دقة في خلايا التاب

## كالسيوم العظام

الكالسيوم عنصر فوامي رئيسي في العظام حيث يوجد فيها مركبات كسفات الكالسيوم وهذه تكس العظام صلاية لشي هكلية الحنة وبني حواء لأخرى



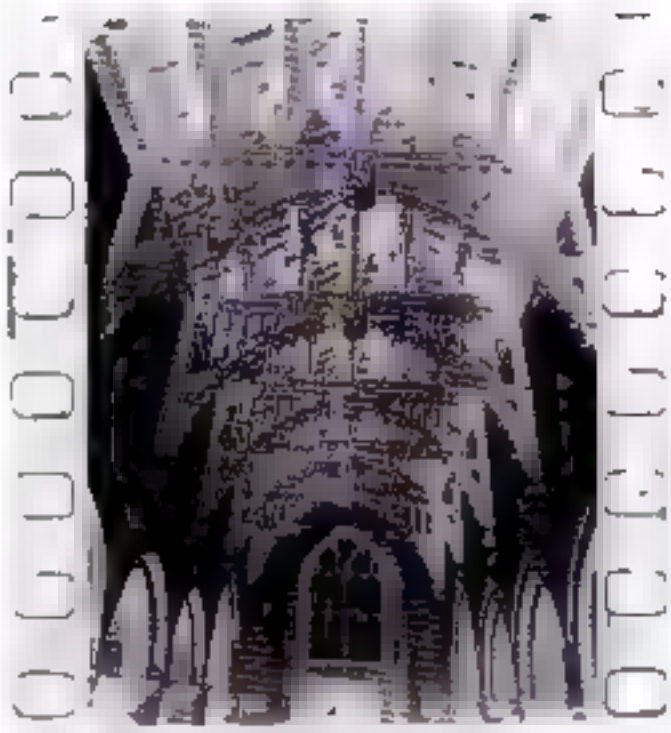
## لمزيد من المعلومات انظر

- لجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- المركبات والمربجات ص ٥٨
- عنوتات وانواع ص ٧٠
- المحليق الصوي ص ٣٤٠
- الهياكل الداعة ص ٣٥٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢







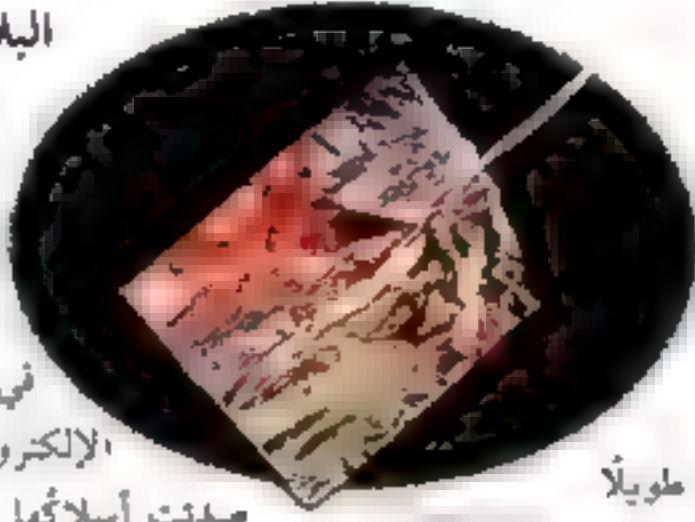


### الفضة

الفضة فلز ثمين، استخدم في صناعة الحلبي منذ آلاف السنين. وتستخدم اليوم على نطاق واسع في صناعة التصوير الفوتوغرافي، لأن مركباته مع الكلور والبروم واليود حساسة جداً للضوء. وهي تولد التغيرات الفعالة على سطح الأفلام الفوتوغرافية. تتأثر مركبات الفضة كيميائياً بالضوء وتعتبر؛ وتستأن هذا التأثير في عمله التظهير حيث تحول مركبات الفضة المتأثرة بالضوء إلى فضة بيضاء تولد خبثاتها الصغيرة مناطق التسمية الفوتوغرافية القادمة.

### البلاتين

البلاتين فلز نادر يستخدم في صناعة التحفيز كما الذهب والفضة. وتعود تفاعله إلى كونه نادراً وجذاباً كما أنه لا يصدأ ولا يتآكل؛ لذا يستخدم أيضاً في صناعة الكاثودات والذرات الإلكترونية - التي لن تعمل كما ينبغي إذا صيدت أسلاكها أو انكسرت. أما الاستخدام الرئيسي للبلاتين في الصناعة فهو كحافز كيميائي يسرع التفاعلات الكيميائية كما في تكسير المنتجات النفطية.



يتألف هذا  
الإلكتروني  
المركب الصغير  
من البلاتين  
وهو فعال بدوم طويلاً  
ولا يصدأ

### الفلزات الطبيعية التواجد

معظم العناصر لا يتواجد طبيعياً (في حالة النادرة) في قشرة الأرض، ما خلا بعض الفلزات الانتقالية، كالنحاس والفضة والذهب والبلاتين. وقد قلل الذهب على مدى القرون أكثر الفلزات ندرة؛ فهو أحد العناصر الأقل تفاعلية كيميائياً في الجدول الدوري. وفي الصورة المقابلة سبائك ذهبية فضتها ١٠٠/١ نريثا، وهي لا تفقد بريقها أبداً.

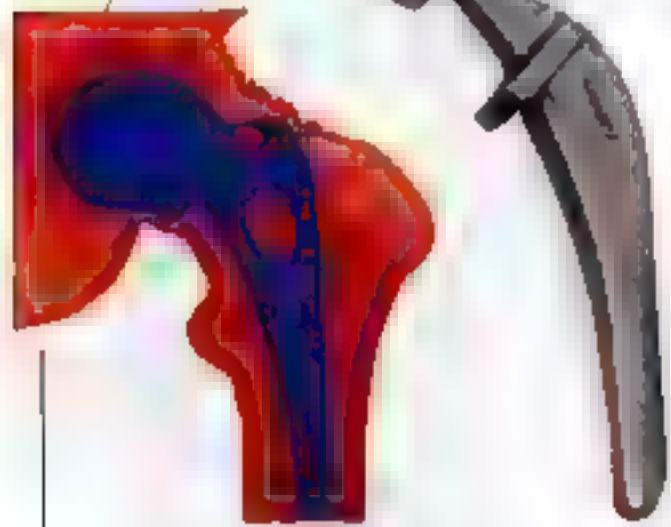


ترقم السبائك  
الذهبية لأسباب  
أمنية.

صورة ملونة

مشفرة كسر لفصل  
الورث التيتانيومي  
مختلطة في مكابه

تتفاعل الزرك التيتانيومي هذا لن  
يتفاعل كيميائياً مع ما يحيط به من  
الأنسجة حيث يثبت في مكانه.



### التيتانيوم

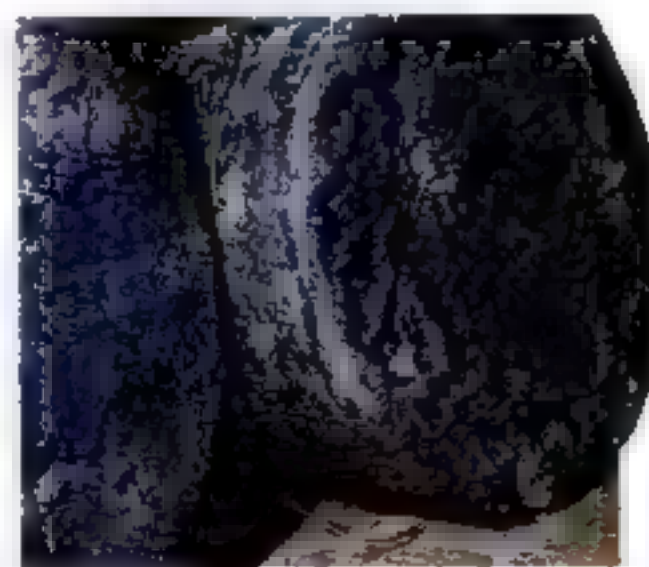
التيتانيوم فلز متين قوي عديم التفاعلية. لذا فهو يستخدم لاستبدال مفاصل الزرك ولأجزاء أخرى تُعرّض في الجسم لزأب أو استبدال العظام المفقودة.

لمزيد من المعلومات انظر
النشاط الإشعاعي ص ٢٦
الحفازات ص ٥٦
الحديد والمواد ص ٨٤
السبائك ص ٨٨
الأصباغ والخشب ص ١٠٢
الطاقة النووية ص ١٣٦
الكهرمغناطيسية ص ١٥٦
التصوير الفوتوغرافي ص ٢٠٦
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

### السلسلة الانتقالية الداخلية

قسم من السلسلة الانتقالية للفلزات، هو السلسلة الانتقالية الداخلية، يتألف من دورتين في الجدول الدوري هما اللانثانيدات، التي اللانثانوم أول عناصرها، في الدورة ٦، والأكتيديتات، التي يتصدرها الأكسيوم، في الدورة ٧. إن للعناصر ضمن كل من هاتين المجموعتين خصائص كيميائية متماثلة؛ فاللانثانيدات متماثلة إلى حد يجعل الكيميائيين يجدون صعوبة في التفريق بينها والأكتيديتات كلها متشعبة، بالإضافة إلى كون خصائصها متماثلة.

اليورانيوم



### اليورانيوم المنقى

اليورانيوم أشهر الأكتيديتات، فهو الوقود المستخدم في التفاعلات النووية. يستخرج اليورانيوم من البنتوندا ويتجرى تعدين هذا الخام بمراقبة وجزم شديدتين.

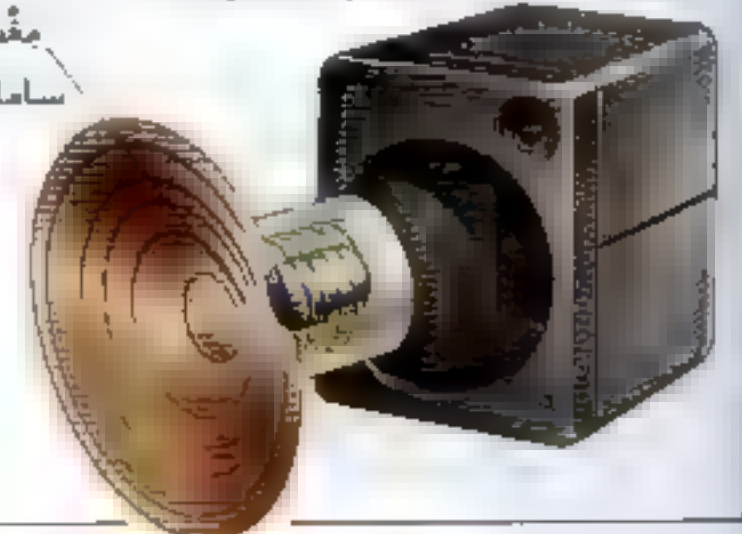
### بطاريات غاليليو

الشار المصنعي الأمريكي، غاليليو، المشجعة نحو المشتري، مروحة بطاريات بوليت (تدعى مولد كهرباء حرارية بالظائر المشجعة) يبدؤها الهيدروجين والأكسجين بالأمرة.

### الساماريوم في المغناطيسات

المغناطيسات في المحرك تساعد في بث الصوت والسماعات، من اللانثانيدات، والأكسيديتات تتحد مغناطيسات قوية جداً يمكن من صنع محامير أصغر كثيراً من أجهزة معاد من فلزات الفلزات.

مغناطيس  
ساماريومي

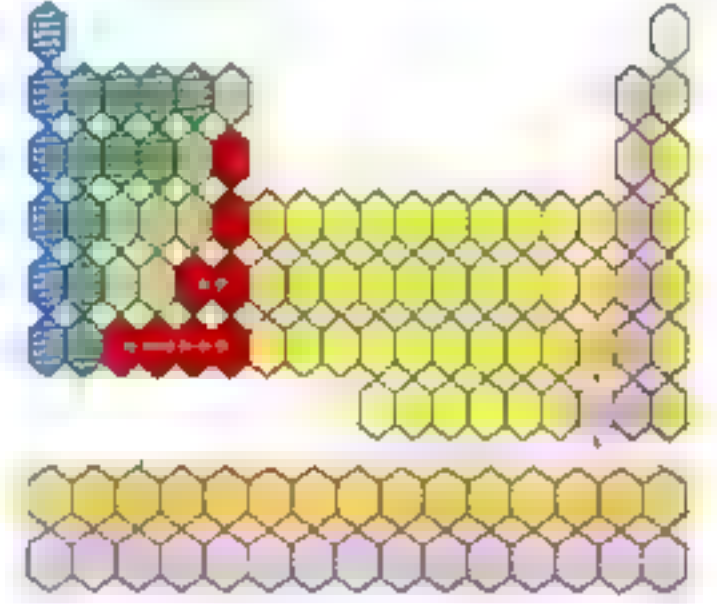




# الفِلِزَّاتُ الوَضِيعَةُ

بعضُ الفِلِزَّاتِ رِخْوَةٌ صَعيْفَةٌ مُقاوِمَةٌ الشَّدَّ سَهْلَةٌ الانصِهارُ؛ ورُغْمَ تسميتها بالوضعية فإنها عَظِيمَةُ الفائدة. اسْتَخدمَ النَّاسُ القَصْدِيرَ والرَّصَاصَ مُنْذُ أَقْدَمِ العُصُورِ لسهولةِ اسْتِخْلَاصِهما من حَامَاتِهما. وهما مُفيدان بِخَاصَّةٍ في صُنْعِ السِّبَاثِك؛ فالبرونز، وهو مِزِجُ النحاسِ والقَصْدِيرِ، كان أَوَّلَ السِّبَاثِكِ التي صَاعَهَا الإنسانُ حَوالى العام ٣٥٠٠ ق م وقد عُرِفَت سِبَاثِكُ اللَّحْمِ واليُوتِر (سِيبَكَةُ الأوايِ المنزليَّة) القَصْدِيرِيَّةُ الرَّصَاصِيَّةُ لاحقًا. واستخدمَ الرُّومَانُ القُدَامَى الرَّصَاصَ، وهو أَحَدُ أَكثَفِ الفِلِزَّاتِ الشَّائِعَةِ، في شَبَكَاتِ المِياه، كما ما زِلْنَا نَستَخدمُهُ اليَومَ. لَكِنَّ اسْتِخْدَامَ الرَّصَاصِ يَنتَوي على خَطرِ التَّسَمُّ إِذْ إنَّ سُمِّيَّتَهُ تَراكُمِيَّةٌ في الجِسمِ. ومن الفِلِزَّاتِ الوَضِيعَةُ أيضًا الألوْمِنيُومُ أَحَدُ الفِلِزَّاتِ الأَخَفِّ (الأَقَلَّ كِثَافَةً)، وهو سَهْلُ التَّشْكِيلِ ومُقاوِمٌ للتَّأكْسِدِ.

## الجَنُودُ الدَّوْرِي



الألوْمِنيُوم (لم)، الجَالِيُوم (حا)، الإِسْبيوم (ند)، الثَّالِيُوم (ثل)، القَصْدِير (ق)، الرَّصَاص (صا)، البِرْمُوث (بز) واليُوتِرِيُوم (ين)



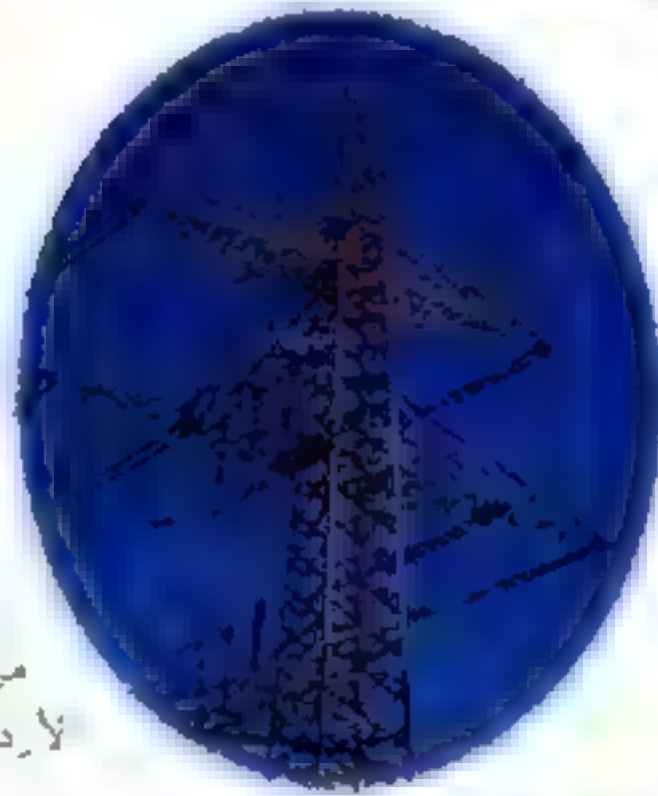
تُصَنِّعُ هَكلُ الطَّائِرَةِ واسطُحُها من صِغَانِجٍ مُبرَشَمَةٍ مَعَا من سِيبَاثِكِ الألوْمِنيُومِ والألوْمِنيُومُ يَتَفاعَلُ بِشَرِعةٍ مَعَ الأكْسِجِنِ الهَوَاءِ مُكَوِّنًا طَبَقَةً واقِيَةً تُصَنِّعُ اسْتِمرارَ التَّأكْسِدِ! لَذا هُوَ لا يَحْترِقُ مُنْذُ دَهاجِ نَصفِ السَّكُلِ كَالْحَدِيدِ

خِصَالُ الطَّائِرَةِ اجوْفٌ عَدا صِغَةً مَاصِلًا، يَتَّكُ اسطُحُها الألوْمِنيُومَ الحَارِجِيَّةَ في مَواقِعِها وَهَذا يُخَفِّفُ وَزْنَ الطَّائِرَةِ إلى الحَدِّ الأدنى



## ثَقِيلٌ كَالرَّصَاصِ

كَثَفَةُ الرَّصَاصِ عَالِيَةٌ، لَذا هُوَ حَائِلٌ جَيِّدٌ ضِدَّ الإشعاعِ وَبُشْدُهُ من هَذِهِ الخَاصَّةِ في المَرايِزِ النَوَوِيَّةِ وأقسامِ الأشعَّةِ السَّيِّئَةِ في المُسْتَشْفَياتِ، حيثُ يَلْبَسُ العَامِلُونَ مَدارٍ مُرضِصَةً تُحْضِرُ هَذِهِ المَدارِ سَنيَّ مَرِجٍ من مَسْحُوقِ الرَّصَاصِ مَعَ مَادَّةٍ لَدِيَّةٍ لِلحِصُونِ على صِغَانِجٍ مَرَوِيَّةٍ قابِلَةٍ لِلانْشِءِ وَمِها تَقْصُصُ لَدِيَّةً وَالْمَدارِ بِالشَّكْلِ المُناسِبِ



## الاسْتِخْدَامَاتُ الكَهْرَبَائِيَّةُ

الألوْمِنيُومُ مُوصِّلٌ حَظٌّ لِلكَهْرَباءِ، وهو نَستَخدمُ في شَبَكَاتِ خُصُوطِ انْقِلابِ الكَهْرَباءِ نَعالِهُ النُورِ المَحْمُومَةِ عَنِ الرِّيحِ صَحِيحٍ في حُجُولِ السَّلامِ وعَرَصِها وَهَذِهِ الحِطُوطُ (الكَبُورُ) دَائِمٌ وَلَبَّ مُولَادي تُكْنِها مَتَنَةٌ وَفَوَّةٌ

## عَلَبٌ مُقْضَدَرَةٌ

يُستَخدمُ القَصْدِيرُ القَيِّ على نَطاقي واسعَةٍ في طَلاءِ الفِولاذِ لِصُنْعِ صِغَانِجِ الضَّحِجِ أَمَّا بَعضُهُ في القَصْدِيرِ المُنْصَهَرِ أو دَنَكَهْرَةٍ (التَّحْلِيلُ الكَهْرَبَائِي) عُلْبُ السِّكِّ العَدِيدَةُ تُصَنِّعُ من صِغَانِجِ الضَّحِجِ، أَمَّا عَالِيَةُ عُلْبِ المَشْرُوباتِ فَتُصَنِّعُ من الألوْمِنيُومِ



## سِيبَاثِكُ القَصْدِيرِ

## وَالرَّصَاصِ

يُستَخدمُ لِليُوتِرِ، سِيبَكَةُ

لِقصْدِيرِ والرَّصَاصِ، في صُنْعِ الأَدَاقِ المَعْدِيَّةِ والرَّحَافِ أَمَّا سِيبَاثِكُ اللَّحْمِ فَمِزِجٌ مَحْتَفٌ من لِقْصْدِيرِ والرَّصَاصِ يُستَخدمُ في لَحْمِ اِعْطَراتِ لُوزِلِ لَأَسَبِ الدَّائِرَةِ الكَهْرَبِيَّةِ



## لِقْصْدِيرِ شَكْلانِ لِقْصِدِ

وَرَمادِيٌّ وَنَحْوُلُ الشَّكْلِ الأَبْيَضِ إلى الشَّكْلِ الرَّمادِيِّ المُسْحُوقِ على دَرَجَاتِ الحَرارَةِ الحَقِيقَةِ، وَهَذِهِ عَرَفَتِ الحِصَارَاتُ العَدِيمَةُ القَصْدِيرِ، وَحَدِي سَنَكُهُ مَعَ النُّحاسِ لِإِنتِاجِ البُرُورِ واسْتِخدامِ الرُّومِ في صِغَانِجِ الخَلِّ وفي صِغَانِجِ الأَدَوَاتِ لاحقًا.



قَدْ يَتَسَبَّحُ حُزْلُ الرَّصَاصِ (من بَصادِقِ الصِّيدِ) بِتَلَوُّتِ الرِّبَاريِّ؛ فَالطَّيُورُ التي تَتَلَبَّه تَقْطَعُ بِه قَدَرِيحَتِ

## الرَّجَاجُ المُرضِصُ

بَريِّقُ اسلُورِ يَسُخُّ من صِغَانِجِ أكْسِدِ الرَّصَاصِ لِي الرَّجَاجِ وَرَّصَاصِ أيضًا يَطرِي الرَّجَاجِ سَلُورِيٌّ فينْهَلُ نَفْسُهُ وَحَفَرُ التَّصَدُّعِ يَترُكُهُ عَليه

## لَمَريدٍ من المَعلُومَاتِ انْظُرْ

- اسْمُهُ الدَّوْرِيَّةُ ص ٢٤
- الجَنُودُ الدَّوْرِيَّةُ لِلعاصِرِ ص ٢٢
- سِلْسِلَةُ التَّخَالُفِ ص ٦٦
- اِكْهَرَلَةُ (التَّحْلِيلُ الكَهْرَبَائِي) ص ٦٧
- الألوْمِنيُومُ ص ٨٧
- السَّابِكُ ص ٨٨
- حَقَائِقُ وَمَعلُومَاتُ ص ٤٠٢



# أشباه الفلزات

معظم العناصر الكيميائية ذو خصائص معينة تميزه وتحدد وضعه مع الفلزات أو مع اللافلزات. لكن بضعة منها ذات خصائص تضعها بين بين، وهي المعروفة بأشباه الفلزات أو شبه الموصلات. فالزرنيخ، مثلاً، فلزي المظهر لكنه موصل رديء للحرارة ولل كهرباء؛ وهو، كما اللافلزات، يكون مركبات مع كثير من الفلزات. ويستخدم الكثير من أشباه الفلزات في السبائك، فالسليكون، مثلاً، هو أحد أهم المقومات المضافة إلى الحديد لصنع الفولاذ، والإنجيد (الأنيمون) يشكل جزءاً من شبكة محامل الكريات.

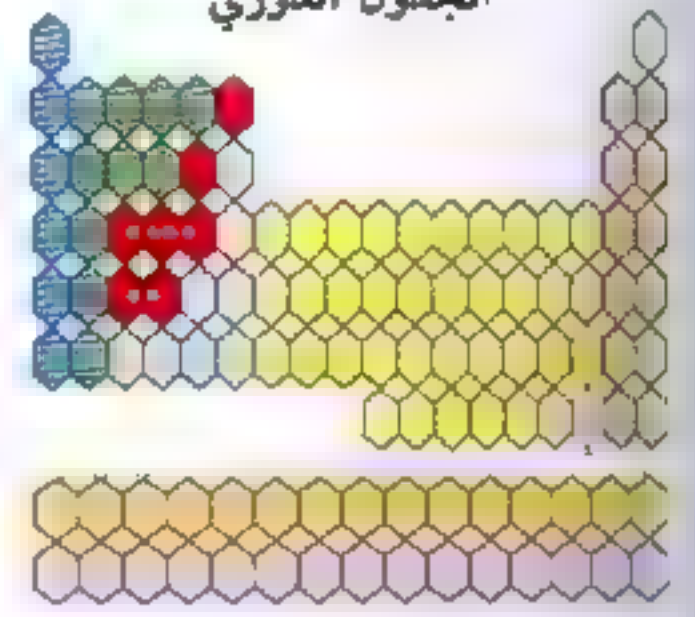
أما الاستخدام الأهم لأشباه الفلزات فهو في أشباه الموصلات المستعملة حالياً في صنع الرقاقات الصغرى ومقومات الكترونية أخرى.



السليكات

السليكون هو أكثر العناصر الجامة وفرة في مادة الأرض. وأكثر نواخده على شكل مركبات متفردة، تدمج السليكات، في الصلصال والصخور والنفورة أعلا، هي من سلكات الألمنيوم والبوتاسيوم، المعروفة بالفلسبر، أحد أوسع معادن الأرض انتشاراً

الجدول الدوري



البورون (ب)، السليكون (س)، الجرمانيوم (ج)، الزرنيخ (ز)، الأنيمون (ن)، السليوم (سل) والتوربيوم (تل)



هذه الخلايا الشمسية تقطعة من أشعوانة سيليكونية مصنعة

الخلايا الشمسية

تصمم التوائل غالباً لتلقى في الفضاء سنوات عديدة. وانطاريات عديدة لا تدوم طويلاً، فهي بالتالي لا تصلح لهذه التوائل لذا تستخدم مؤطرات كسرة من الطريرات الشمسية وهذه المؤطرات الشمسية تحوي ألواناً من خلايا السليكون الدفينة، التي تخول طاقة ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء. وتوضع المؤطرات بحيث تظل دوماً في مواجهة الشمس ومع دوران السائل حول الأرض، يمكن تحويل الكمية القصوى من ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية

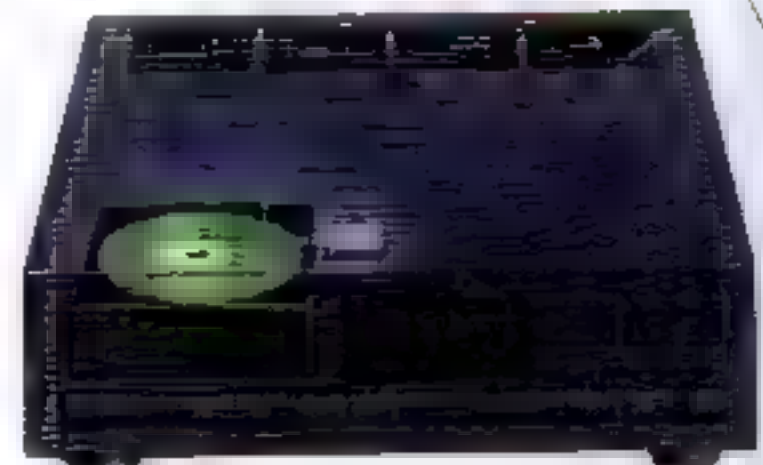
أسطوانة (قرصية) شذجة



عدسات خاصة مركز الليزر.

تتكون المراءة حزمة الليزر على الأسطوانة بحيث تتعكس من غرادة القرص

تحتضن دوات في ريشيد الجاليم على امتداد الضوء الذي يملك بعضه مصغراً كثرية لبرية



الأسطوانات المتعجة

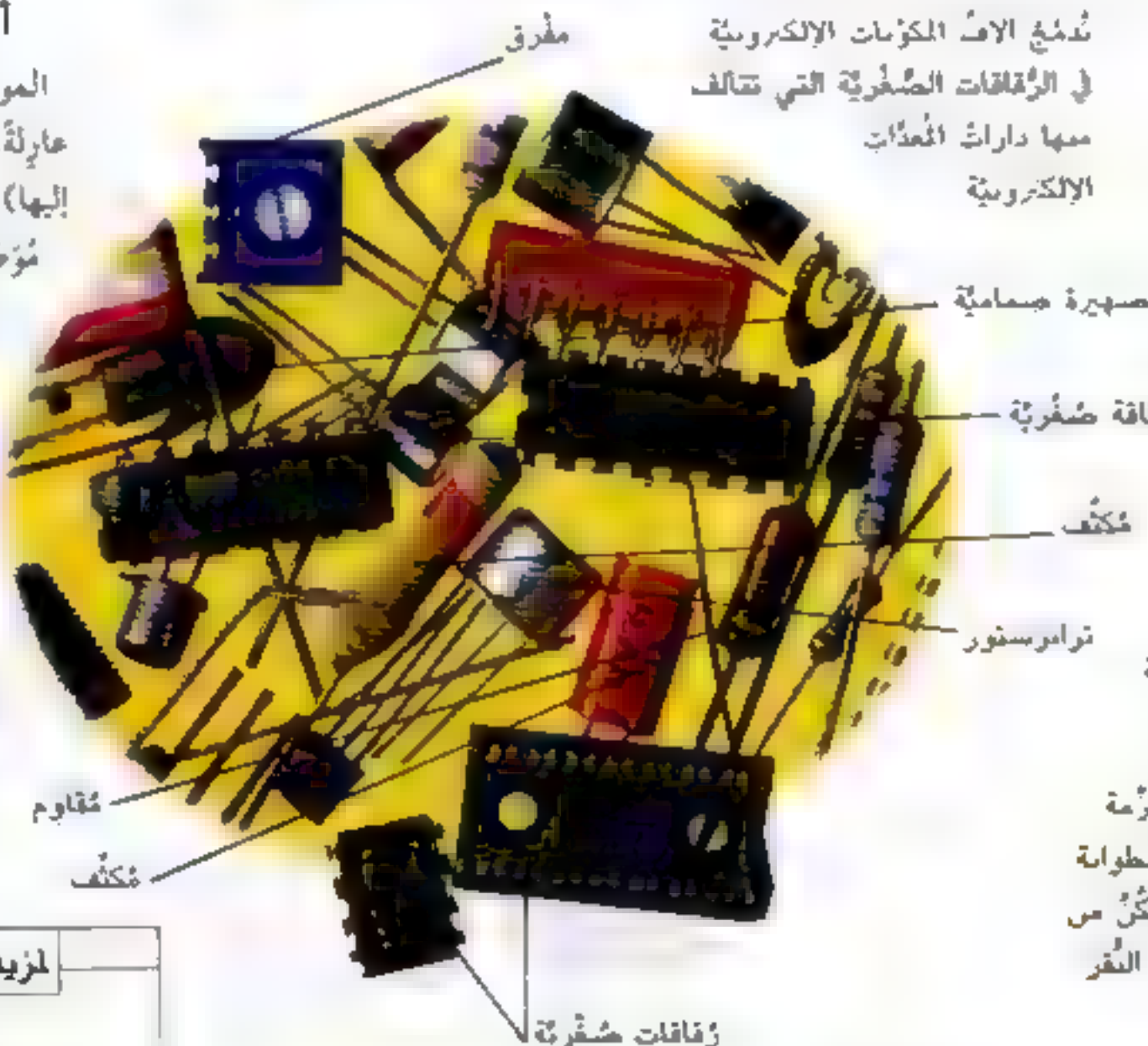
تسجل الموسيقى كثر على الأسطوانة المتعجة، وتسم قراءتها بواسطة حزمة ليزرية خضضة القدرة والليزر (تضخيم الضوء بانتعاش الإشعاع المنشط) هو ليزر دايودي (شبه موصل) يتعنه ريشيد الجاليم والدايود هو بطة معالجة لإمرار التيار في اتجاه واحد فقط. هذا وتستخدم الليرات الدايودية أيضاً لبث الإشارات في خطوط الهاتف الأليافية البصرية

البورون والسليكون

يضع الزجاج من الرمل، أحد أشكال معدن السليكا (ثاني أكسيد السليكون). والنزو (الكوارتز) هو معدن آخر من السليكا كثيراً ما يوجد كبلورات جديفة. الزجاج الصايد للحرارة يحوي شبة فلز آخر هو البورون الذي يحد من تمدد الزجاج كثيراً وتشفقه عند لاختفاء، فيمكن وضع الكفت من زجاج ليوزوسليكات على الموقد مباشرة. هذا تصنع الأواني الزجاجية المخبرية من هذا النوع من الزجاج

أشباه الموصلات

المواد التي يمكن أن تصبح موصلة أو عازلة، تبعاً لما تعالج به (أي يضاف إليها) من مواد أخرى، تسمى أشباه موصلات. والسليكون هو أكثر أشباه الموصلات استعمالاً - معالجاً بالبورون أو الفسفور وتستخدم أشباه الموصلات في صنع بائطه كالمبادات (لصمامات اشائية) والبراسنورات، يمكنها إمرار التيار كهربائي أو تقويته أو كبحه



مفروق

تدريج آلاف المكونات الإلكترونية في الرقاقات الصغرى التي تتألف منها دوائر المعادلات الإلكترونية

صهيرة صمامية

رقاقة صغرى

مكثف

ترايوسفور

مقاوم

مكثف

رقاقات صغرى

لمزيد من المعلومات انظر

- البورون ص ٣٠
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- الزجاج ص ١١٠
- تصميم المواد ص ١١١
- الكهرباء اشائية ص ١٤٨
- مقومات الكترونية ص ١٦٨
- الصخور والمعادن ص ٢٢١
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

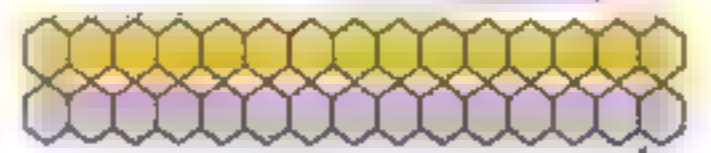
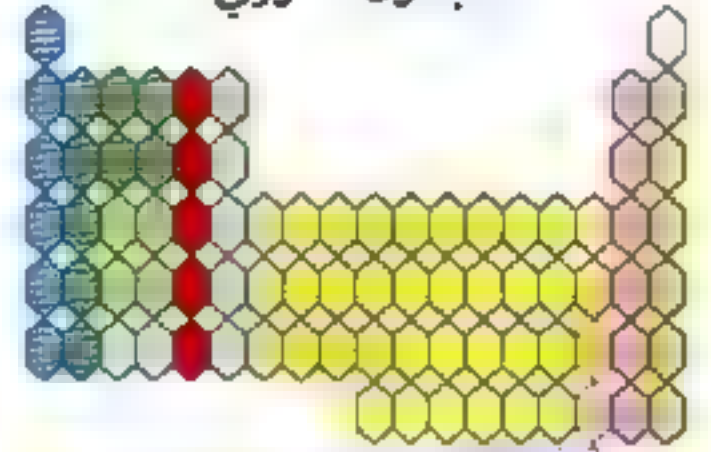


# الكربون



لا بقاء لكائن حي نباتاً كان أم حيواناً بدون الكربون. فالكربون في أجسادنا، وفي طعامنا وفي الهواء من حولنا. كيميائياً، تستطيع ذرة الكربون الترابط مع ما قد يبلغ أربع ذرات من عناصر أخرى، أو مع ذرات أخرى من الكربون، بحيث يتواجد في الطبيعة من مركبات الكربون أكثر مما يوجد من مركبات كافة العناصر مجتمعة. والكربون عنصر لا فلزي، يوجد نقياً في الطبيعة على شكل ألماس وجرافيت، أو مركباً كما في الصخور الكربونية كالطباشير، والوقود الأحفورية كالقحم، وثاني أكسيد الكربون في الهواء. عند

## الجدول الدوري



تتألف المجموعة ١٤ من: الكربون (ك)  
والسليكون (س) والجرمانيوم (ج)  
والقصدير (ق) والزئبق (صا)

## المشروبات الفوّارة

إنّ حَبَبَ المشروبات الفوّارة هو قدغيع ثاني أكسيد الكربون؛ فهذا الغاز مذاب فيها تحت الضغط، وبروال الضغط يطلق منها حَبَباً وفقايق

## أشكال الكربون المختلفة

للزّملة الأولى، يبدو الألماس مختلفاً جداً عن الجرافيت، فالألماس صلب وصافٍ، والجرافيت لين ورمادي؛ لكنّهما شكّلاّن تأصليّان للعنصر نفسه. ويؤلف الكربون أيضاً قسماً كبيراً من القحم؛ فاعنصر عندما يُحمى بغير من الهواء، يتحوّل إلى وقود لا دخانٍ هو الحُوك. أمّا القحم الساتّي، فحُم المائل، فهو كربونٌ يُخضّر بحرق الحشب حُرثاً، ومثله حُم العظم



الانتراسيب،  
أصل أنواع  
القحم، إذ تزيد  
بقاوتُه على ٩٠٪



في الألماس،  
ترابط كل ذرة  
كربون مع أربع  
ذرات أخرى من  
الكربون

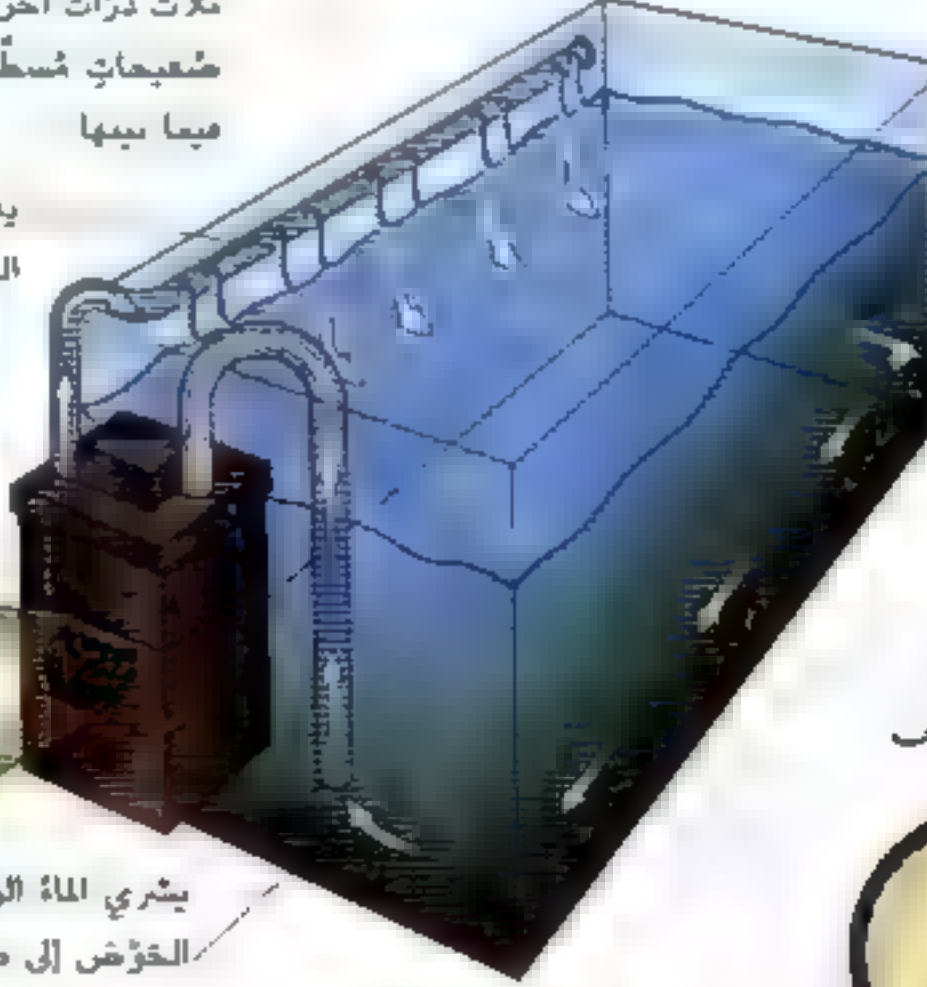
الألماس أشدّ المعادن  
المعروفة صلادة.

عندما تُرشم غطاً بقلم الزئصاص  
يبقى أثر الجرافيت ظاهراً، لأنّ  
صفائح الذرات الكربونية فيه  
سهلة التفرّق.

في الجرافيت، ترابط كل ذرة كربون مع  
ثلاث ذرات أخرى فقط من الكربون في  
صفائح مسطّحة صعبة التجاذب  
مما بينها

يفوّد الماء النقيّ إلى  
الحوض

يُخضّل القحم الساتّي  
النشيط الأوساج  
والشوائب



يشري الماء الوسخ من  
الحوض إلى صندوق الترشيح.



## الكربون الكهربائي

الكربون عنصر لا فلزي غير هادي بين الألياف  
لأنه موصل جيّد للكهرباء. ففي صناعة الفولاذ  
يُستخدم فطّن صحن من الجرافيت في  
فرن القوس الكهربائي  
كإلكترودين وسدّين شرر القوس  
الكهربائي وهيّج متفجرة بين  
الإلكترودين مُنتعاً حرارة شديدة  
تضهر الحاء وسخرة الغاز في الفرن.



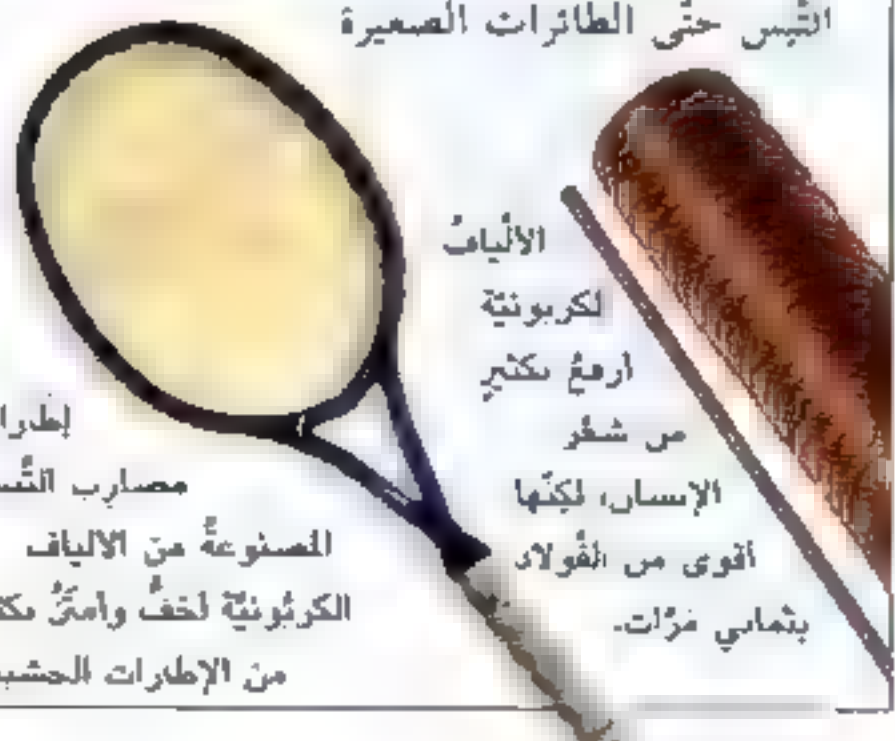
## لمزيد من المعلومات انظر

- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٧
- الكيمياء المعصومة ص ٤١
- الحديد والفولاذ ص ٨٤
- مُستجبات القحم ص ٩٦
- تصميم المواد ص ١١١
- دورات في البلاط الحثويّ ص ٣٧٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

## القحم النباتي النشط

القحم النباتي النشط ذو قدرّة إستراتيجية عالية، أي إنه يجتذب المواد إلى  
سطحه، فيمكنه بذلك إزالة الغازات السامة والروائح الكريهة من الهواء. لذا  
يُستخدم هذا القحم في كامات الغاز ومنظومات التهوية في العربات الفضائية  
وكُفات مواقف الطح؛ كما يُستخدم أيضاً في تنقية الشوائب، كالماء في  
أحواض السمك. فيمرّ ماء الحوض النشط فوق القحم الساتّي النشط لإزالة  
أوساخه، ثمّ يُعاد نقياً إلى الحوض.

إطارات  
مصارِب الشّمس  
المصنوعة من الألياف  
الكربونية لخفّ وأمتزّ مكثّر  
من الإطارات الحشبيّة.



الألياف  
كربونية  
أرفع بكثير  
من شعر  
الإنسان، لكنّها  
أقوى من الفولاذ  
بثمانية مَرّات.



# الكيمياء العضوية

الأشبهات ذات الألوان الزاهية التي لا تبهت أضحت ممكنة بفضل أصباغ الأبتاير

الكربون بالغ الأهمية، حتى لقد بلغ من أهميته أن أفرد لدراسته علم قائم بذاته هو الكيمياء العضوية. ووصفت هذه الكيمياء بالعضوية لأنها كانت سابقاً تقتصر على دراسة الكائنات الحية (وهي كما نعلم تتألف من مركبات الكربون). أما اليوم، فالكيمياء العضوية تعنى بدراسة جميع مركبات الكربون - عدا «اللاعضويات»، كالكربونات وثاني أكسيد الكربون.

ويتميز الكربون عن سائر العناصر بقدرة ذراته الفريدة على الترابط فيما بينها بروابط مستقرة جداً. لذا يمكنها تأليف سلاسل طويلة تضم مئات الألوف من ذرات الكربون. تنقسم المركبات العضوية إلى طوائف أهمها البروتينات والدهون والسكريات (الكربوهيدرات).

## الكيمياء الحيوية

المركبات الكربونية تنطوي على أسرار الحياة - حياة النبات والحيوان - على الأرض. فالحياة ممكنة فقط بفضل كيمياء الكربون المانقة التعقيد والتنوع الجارية باستمرار في جميع الخلايا الحية.

## دورة الكربون في الكون

يدور الكربون بين لهواء والحيوانات والنباتات والتربة باستمرار. كما يعرف دورة لكربون في الكون

## الكيمياء العضوية

عام ١٨٠٨، استخدم جوس برينتيوس (١٧٧٩-١٨٤٨)، الكيميائي السويدي، مصطلح «الكيمياء العضوية» عالياً بها كيمياء الكائنات الحية. عام ١٨٢٨، نجح فردريك وفلور (١٨٠٠-١٨٨٢)، الكيميائي الألماني، بتحضير البوليما (البوديا) وهي مركب عضوي طبيعي ويحتوي من مواد غير عضوية. وسندت صارت الكيمياء العضوية كيمياء معمم مركبات لكربون، وليس مركباته الطبيعية فقط. عام ١٨٦٥، استوحى فردريك كاكول فور ستراوسنر (١٨٢٩-١٨٩٦)، الكيميائي الألماني، فكرة البنية الحلقية لسيرين من رؤيته في المنام أفقى تعص دسب

الصيغة الكيميائية للأيثين (الإنيلين) هي

ك-٢، وهي تمثل العدد الإجمالي لذرات الكربون والهيدروجين، أما صيغته التركيبية فهي ك-٢ = ٢-٢، وهذه تشير أن ذرتين من الهيدروجين مترابط مع كل ذرة من الكربون، وأن ذرتي الكربون مترابطتان

برابطتين

تفاعلت

جربت الأيثين لتكوّن سلسلة طويلة

من ذرات الكربون مترابطة بروابط أحادية وهذا ينتج البولييثين الدائري الذي صيغته (ك-٢)ن، ومن، هي عدد ذرات هذه الوحدة (ك-٢) في المركب المتكرر.

ثاني أكسيد الكربون في الهواء

تتحول المركبات العضوية في الحيوانات إلى

مركبات عضوية أخرى وثاني أكسيد الكربون بالنباتات والاحتلال

الحيوانات

تتحلل الحيوانات عن المركبات العضوية من أكل النباتات

بعد انحلالها تتحول المركبات العضوية في النباتات والوقود العضوية أخرى وثاني أكسيد الكربون

تتحلل النباتات من السكريات من ثاني أكسيد الكربون في الهواء



## العطريات (الأروماتيات)

والدهنيات (الأليفاتيات) السريس سائل عضوي بهوت عديم اللون حاد الرائحة والمركبات العضوية ذات البنية السرية الحلقية تعرف بالأروماتيات وقد كان الأبيس أحد هذه المركبات (ويُعرف أيضاً بالسريس الأمي) نقطة البداية لسلسلة كاملة من الأصنع الزاهية المعروفة بالأصنع الأبيسية. أما المركبات العضوية التي تولفها سلاسل من ذرات الكربون، دونما حلقات، فتعرف بالأليفاتيات.

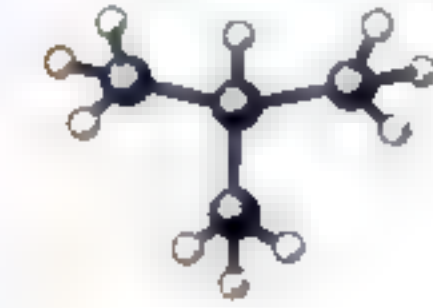


تُحضّر اللدائن بشغالة، الفكوات الاخف في النقع

زيت للسيارات أحد مكونات النفط، ويستخرج منه بالنقطير.

## لرير من المعلومات اضطر

- كيمياء الهواء ص ٧٤
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- منتجات النفط ص ٩٨
- المكثورات ص ١٠٠
- الأصباغ والمُصب ص ١٠٢
- تصميم المواد ص ١١١
- دورات في العلاج الحيوي ص ٣٧٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



بُزويان المشيل-٢



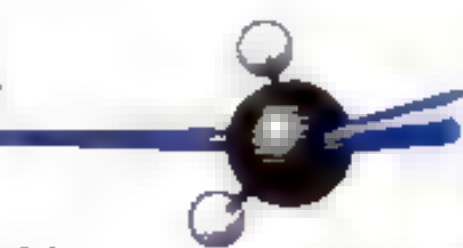
البُيونان

## المكثورات اللدائنية

تُحدّد خريئات المركبات الكربونية كالإش لشكل سلاسل ضخمة، هي مودحة في اللدائن والخرية من السلسلة يدعى مؤخوفا، والسلسلة مأكملها تدعى مكثورا وللدائن المختلفة تتألف من مؤخوداتٍ مُحلّمة

## الرّيت واللّدائن

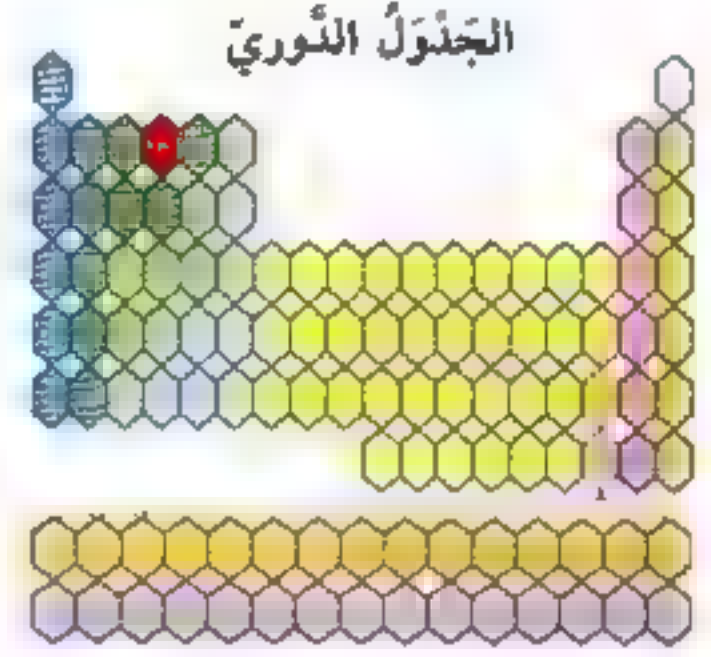
ريت نزيلق السّيراب وأي لديم معروفة لا سدوان متشابهة، لكن أشياء مشتركة تجمع بينهما، فكلاهما مادة عضوية، كما إن مصدر كليهما واحد، هو الرّيت الحام (النفط)





# النَّتْرُوجِين

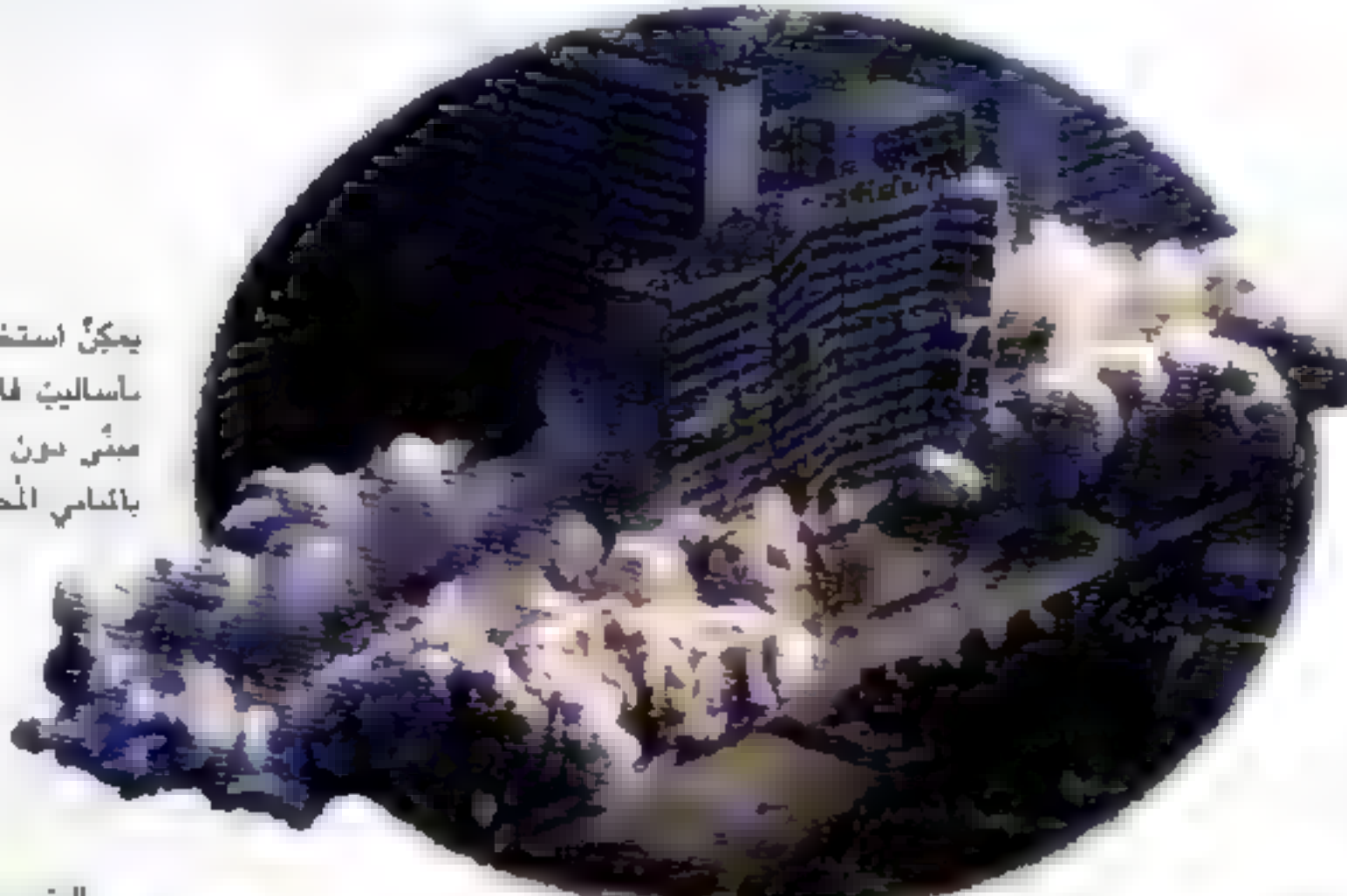
النَّتْرُوجِين عُنْصُرٌ حَيَوِيٌّ أَساسِيٌّ كأحد المكوّنات الرئيسيّة لجِبِلّة (بروتوبلازم) الخلايا الحيّة في النبات والحيوان؛ وهو يشكّل حوالي ٨٠ بالمئة من الهواء الجوّي. والنَّتْرُوجِين غاز عديم اللون والطّعم والرائحة. ويمرّ النّتروجين دومًا بمراحل دوريّة تحفظه في الطبيعة حولًا - فيما يعرف بِدورة النّتروجين. فالنباتات تأخذ من التّربة، والحيوانات تحصل عليه من أكل النباتات أو الحيوانات الأخرى. وعندما تموت النباتات والحيوانات وتتحلّل، يعود النّتروجين ثانيةً إلى التّربة. وفي الطبيعة يتواجد النّتروجين مركّبًا في خامات معدنية كثيرات الصوديوم. يتألّف جُزْيُ النّتروجين في الهواء، كما الأكسجين، من ذرتين، ورّمزه ن. ويكوّن النّتروجين مع الأكسجين عدّة أكاسيد، من ضمنها بعض مكوّنات الغازات المُنفلتة من عوادم السيّارات والمُلوّنة للبيئة.



تتألّف المجموعة ١٥ من النّتروجين (ن) والفسفور (فو) والزرنيخ (ز) والانتيمون (نت) والزرموث (بز)

## المتفجرات النّتروجينيّة

المتفجرات موادّ غير مُستقرّة تتحلّل أو تحترق بسرعة مُطبقة حجمًا صحفًا من الغازات وحرارة شديدة، تمدّها مُنتجة مُوحّة صدميّة صاعقة مُدمّرة. مُعظم لمتفجرات الكيماوية كالنّيتروجليسرين وثالث نيتريت الثلويين (ت ن ت) تحوي نّتروجين. والنّيتروجليسرين سائل زيتيّ فاتق اللّاستقراريّة يُخرّج مع نوع من الضّغط للحصول على الديناميت - الأكثر استقرارًا وأمانًا وتُستخدم المتفجرات في صناعة القنابل



يمكن استخدام المتفجرات كاساليب فائقة التحكم لهدم مبنى دون إلحاق الضرر بالناهي المحاورة



## الأسمدة النّتروجينيّة

يُصنّف المزارعون الأسمدة النّتروجينيّة إلى التّربة لتعويض النّتروجين الذي استعملته النباتات المُحْدِث الطبيعي (الرّس) عني بالنّتروجين؛ لكن يُفضل العديد من الدّس اليوم استخدام الأسمدة الاصصاعية. كثيرات وكثريات الأمونيوم.

## النّتروجين اللافتال

النّتروجين غير فعال، لذا يُستخدم لعزل الأكسجين الشديد الماعية، في حاويات شتّى. فالإيثانول (لكحول العادي) قد يشعل في مُحاداة الأكسجين. لذا يُستخدم النّتروجين لاستعاده من صهاريج التخزين. كما تملأ علث المقلّوات القصّة (القرش) بالنّتروجين، لاستعاده الأكسجين الذي قد يتفاعل مع الدهنيّات فيها ضنوخ وتمسّد

## النّتروجين التّخليري

يُستخدم غاز أكسيد النّيتروز الرّائحة كمُخدّر، ويُدعى «الغاز المُضحك» لآته يُضحك بعض المرضى قبل قيامهم من الوعي. وفي القرن التاسع عشر كانت تُجرى عروض لاختبار تأثيرات الغاز المضحك في بيوتات خاصّة بلندن، للتّسلية فقط. ثم أدرك العلماء لاحقًا إمكانية الاستعاده من هذا الغاز كمُخدّر.



دورة النّتروجين في الكون مراحل تبادل النّتروجين مستمرّة دومًا بين الهواء والحيوانات والنباتات فيما يعرف بدورة النّتروجين في الطبيعة



## النّتروجين السائل

يُجمّد الطّعم سريعًا باستخدام النّتروجين السائل. فمض الأظعمة كالمطائر بالخس، مثلاً، توضع على سير سائلة في مُجمّد عميق وأثناء تحركها تُسرّد أولاً بغاز النّتروجين، ثم تُردّ بالنّتروجين السائل فتجمّد



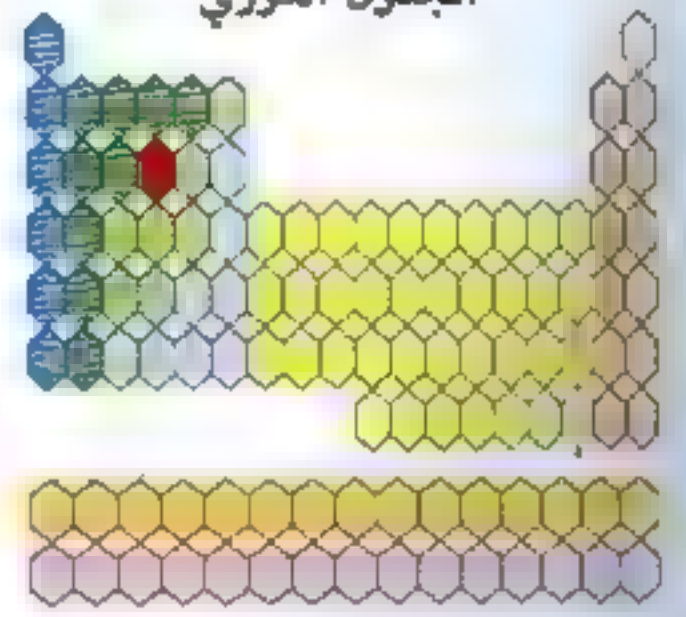
لمزيد من المعلومات انظر
الرابط الكيماوي ص ٢٨
الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
كيمياء الهواء ص ٧٤
الأمونيا ص ٩٠
الكيمياء الزراعية ص ٩١
المطر ص ٢٦٤
دورات في الغلاف الحيوي ص ٣٧٢
حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



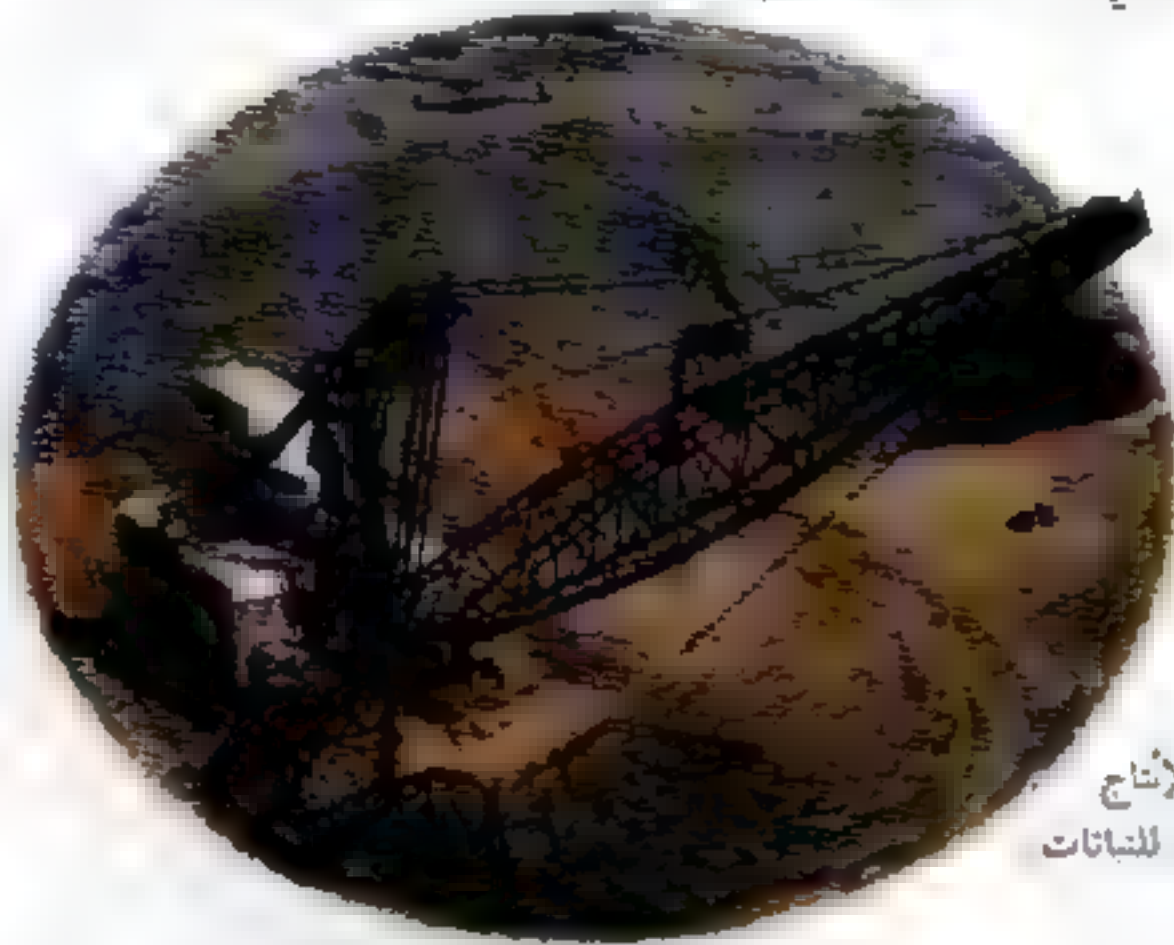
# الفُسفور

بعض المشروبات المرطبة كالكولا ذات طعم حاد، وذلك عائد لاحتوائها قليلاً من حامض الفسفوريك - الذي هو أحد مركبات الفسفور. والفسفور في شكله المألوف، جامد ضارب إلى الصفرة، شمعي القوام ذو شفافية طفيفة. والفسفور الأصفر هذا يتوهج في الظلام، وتعرف هذه الخاصية بالفسفر. وهو لشدة فاعليته يحترق تلقائياً في الهواء، لذا يُحفظ تحت الماء. والفسفور أساسي الأهمية للكائنات الحية - تستخرج النباتات من التربة، وتحصل عليه الحيوانات من النباتات. والفسفور لا يوجد في الطبيعة منفرداً بل متحداً في مركبات الفوسفات المعدنية، كفسفات الكالسيوم، التي يُستخدم معظمها في المخصبات الزراعية.

## الجدول الدوري



تتألف المجموعة ١٥ من: النروحين (ر) والفسفور (قو) والزرنيخ (ز) والانتيمون (نت) والبرموت (بز)



## تعدد الفسفور

أهم خدمات الفسفور هو الأبات (فسفات كالكسيوم الطعم) الذي يواحد بأشكال عدة، وفراشه الرئيسة المعروفة هي في المغرب وتونس بشمال أفريقيا وتستخدم كميات ضخمة من الفسفور الفسفوري في صناعة الأسمدة الكيماوية، حيث يعالج الصخر بحامض الكبريتيك لإنتاج السوبرفسفات المخصب الأشهر إخصاباً للنباتات

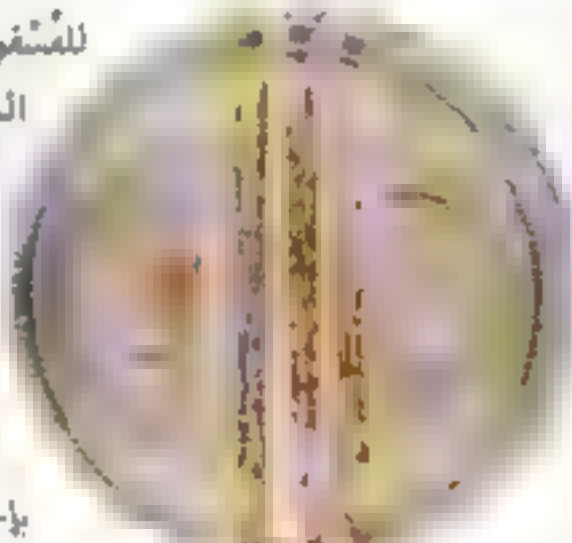


## الفسفور والثور

يُخضّر الفسفور الأحمر بإخماء الفسفور لأصفر إلى درجات حرارة عالية، ثم يُسحق سحقاً ويُسحق الفسفور الأحمر في إشارات لاشعة سحرية لأحدث أنواع شديدة لشطوع كما إنه يوفر المادة المعدلة في عداد التواب. ثواب الأمان يشتعل هبط إذا حُكّت على سطح يحوي فسفوراً أحمر، أما التي تُحكّ أينما كان، فتحوي مركباً فسفورياً في رؤوسها

## أشكال الفسفور التآصلية

للفسفور ثلاثة أشكال تآصلية رئيسية: الأصفر (الأبيض المصفر) والأحمر والأسود. في الرسم إلى اليمين، فُصِّلَ وقطع من الفسفور الأصفر تتحول ببطء إلى الشكل الأحمر الأكثر استقراراً، كما يمكنك مشاهدة التغير القائمة على الفسفور. الفسفور الأسود، أكثر أشكال الفسفور استقراراً، ويُخضّر بإخماء الشكل الأصفر تحت الضغط



فسفات الكالسيوم تُؤلف جزءاً جوهرياً من العظام والأسنان، لكنها تبدو في الطبيعة بلورات ذات ألوان متنوعة تدعى الأباتيت



## الفسفاتات

مساحيق (أو سوائل) العسل تحوي ثلاث بوليفسفات الصوديوم الذي يُزيل عُسر الماء. وتعمل الفسفات من مياه المجاري والأسمدة والمنظفات على تلوث الأنهار وتهدد حياة الكائنات فيها. إذ إن فرط المعديات يؤدي تآكل إلى فرط نماء الكتل الحيوية التي تستهلك الأكسجين في الماء. هذا وتستخدم الفسفات الفسفورية لمكافحة الآفات كالحشرات والقوارض.



## اكتشاف الفسفور

في القرن السابع عشر، استخلص الكيميائي الألماني، هينراند، الفسفور بشجير ٥٠ دلواً من الزئبق، بالإغلاء وإخماء الفسفور مع الزئبق. وأسماء الفسفور (أي «حامل الضوء» باليونانية) لأنه يتوهج في الظلام. واحتفظ هينراند بسر اكتشافه هذا، لكن روبرت بويل (١٦٢٧-١٦٩١)، الكيميائي الإيرلندي، أعاد اكتشاف الفسفور بعد ذلك بضع سنوات.

## الفسفور أساسي للحياة

مادة العظام والأسنان معظمها من فسفات الكالسيوم التي نخبها صلابتها. وتؤلف المجموعات الفسفورية جزءاً من د ن أ (الحامض النووي الريبي المنقوص الأكسجين) المتواجد في نوى الخلايا والمتحكم بعملها. ويوفر المركب الفسفاتي: ثالث فسفات الأدينوسين - (أ ت ب) الطاقة في الجسم بالتحلل إلى نبي فسفات الأدينوسين (أ د ب) مطلقاً طاقته المخزنة لإنجاز نشاط حركي كالتناسل العصلي، أو مسيولوجي كتخليق البروتين العصلي.



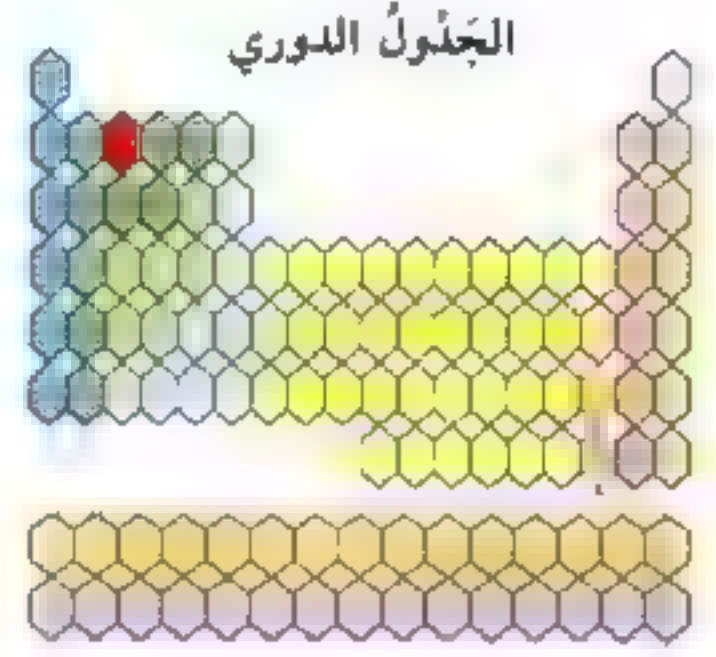
## لمزيد من المعلومات انظر

- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- فلزات الأتربة القلوية ص ٣٥
- الروحيين ص ٤٢
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- الكيمياء الزراعية ص ٩١
- الضائون والمنظفات ص ٩٥
- الخلايا ص ٣٣٨
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



# الأكسجين

الأكسجين أكثر العناصر وفرة في الطبيعة، وهو غارٌ عديم اللون والطعم والرائحة؛ وبدونه لا بقاء للكائنات الحية على الأرض. فنحن نستنشق دوماً مع الهواء، الذي يؤلف الأكسجين خمس مزيجه، كما إنه موجود في العديد من الأشياء. ففي البحار، يتواجد الأكسجين مذاباً في الماء، كما يشكل جزءاً رئيسياً من تركيبه. وفي الصخر يؤلف الأكسجين جزءاً رئيسياً من معظم معادنه. يتألف الأكسجين العادي من جزيئات ثنائية الذرات (فرمزه  $O_2$ ). أما معظم الأكسجين في أعالي الجو، فشكل آخر منه يتألف جزيئه من ثلاث ذرات ويُعرف بالأوزون ( $O_3$ )، وهو يشكل طبقة واقية حول الأرض تحجب الأشعة الفصائية المؤذية. والأكسجين شديد الفاعلية الكيميائية؛ فما الاختراق والتأكسد والصدأ والتنفس إلا بعض التفاعلات الكيميائية التي تحدث باتحاد مواد معينة مع أكسجين الهواء.



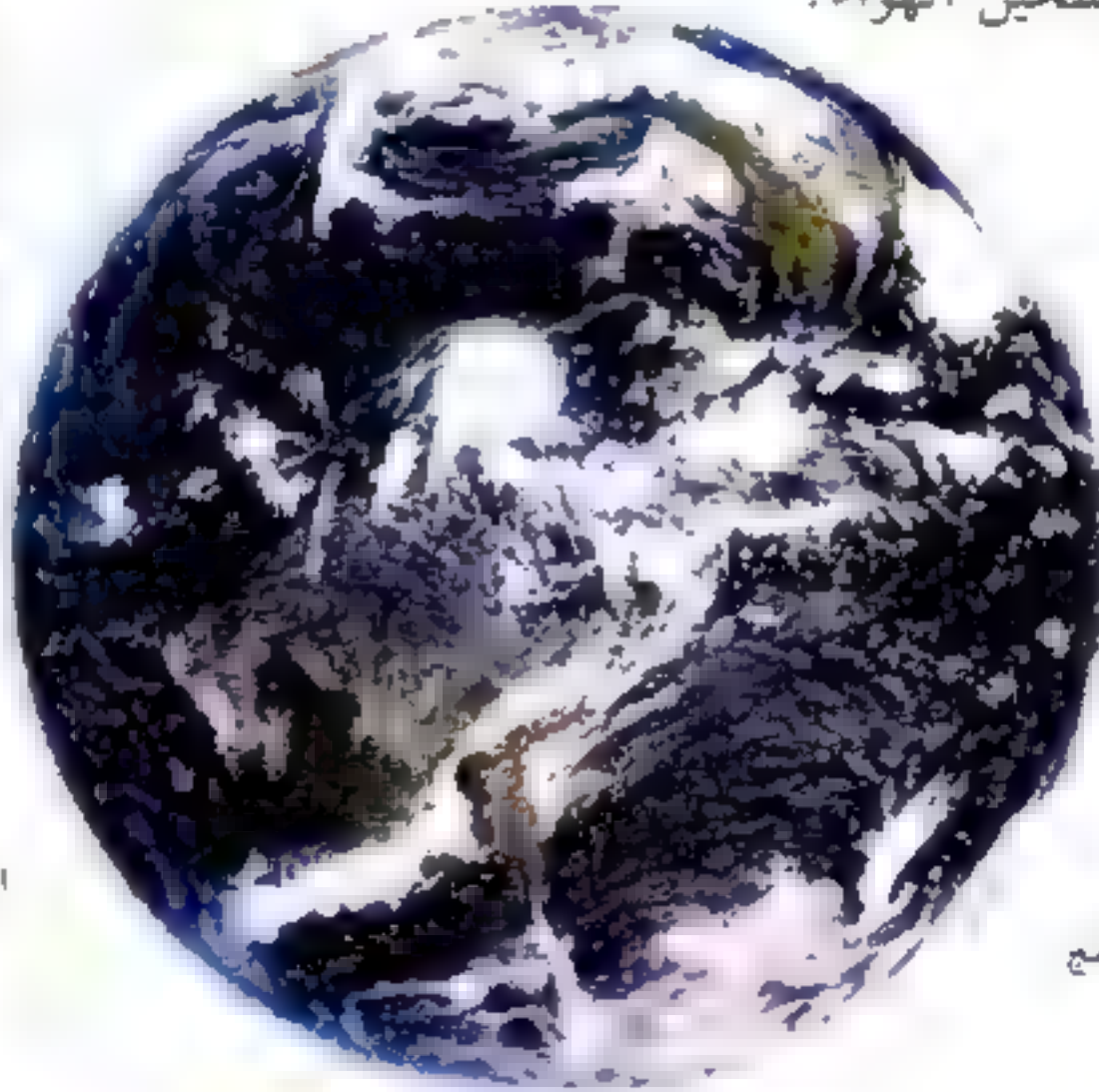
تتألف المجموعة ١٦ من: الأكسجين (أ) والكبريت (كب) والسليوم (سل) والتلوريوم (تل) والبولونيوم (بن)

## الصخور الحمراء

يعتقد العلماء أن هواء الجو لم يتغير عنصراً الأكسجين منذ نشأة الأرض؛ ويربطون بدايات وصوله بالتفاعل مع الحديد في الصخور - محوّلًا لونها إلى الأحمر. ويبلغ عمر هذه لصخور حوالي ٢٠٠٠ مليون سنة

## الطبيعة الحية

في عملية التنفس تأخذ الحيوانات الأكسجين من هواء الجو (٢١٪ من أكسجين)؛ لكن ذلك لا يفي بنسبته في الهواء لأن النباتات تُعيد الأكسجين إلى الهواء ثانية في عملية التخليق الضوئي. أما الأحياء المائية، كالأسماك، فتتنفس الأكسجين المذاب في الماء

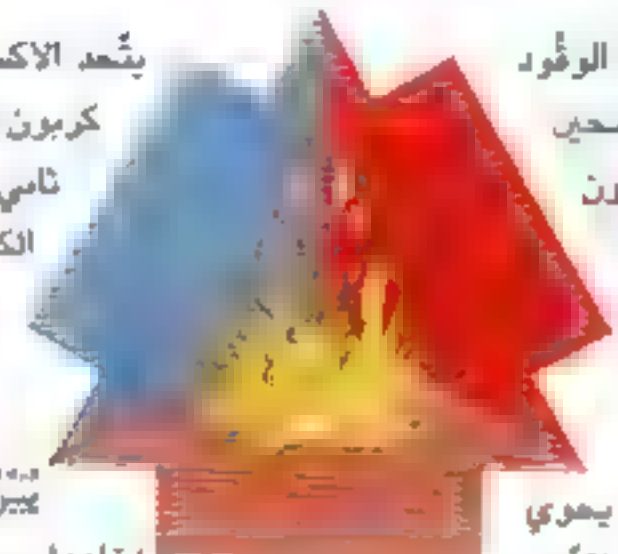


## القطع بالأكسجين

يُستخدم الأكسجين والأكسجين في قطع الفولاذ فاشتعال غاز الأستين في الأكسجين النقي ينتج درجة حرارة، تزيد على ٣٠٠٠°س، تُضهر الفولاذ تحت سبب الحملات وتقطع بسهولة. ويُستخدم هذا الجملاج أيضًا في لحام الفولاذ - إذ ينصهر الطرفان المراد لحامهما في لهب شعلته، ثم يتركان ليتردا

يشعد الأكسجين مع كبريت الرقود لينتج ثاني أكسيد الكبريت

تفاعل الوقود مع الأكسجين لا يتم بدون الحرارة.



## الاختراق

يُبين «ثالوث النار» هنا عوامل إقادة، وهي الحرارة والأكسجين والوقود. فإذا فقد أحدها لا يمكن إقادة النار، أو إنها تنطفئ سرعه. لذا تُغطى نار المحيم بالرمال أو الحصى لإطفائها، لأن الرمال أو الحصى يحجب عنها الأكسجين

يجب أن يحمي الزقود مادة يمكنها الإشتعال مع أكسجين الهواء.



## اكتشاف الأكسجين

عام ١٧٧٤، أعلن الكيميائي الإنكليزي، جوزيف بريستلي (١٧٣٣-١٨٠٤)، عن إكتشافه «الهواء المروع اللاهوت» وكان كارل شيل (١٧٤٢-١٧٨٦)، السويدي، قد سبقه إلى مثل ذلك بسنو أو سنتين. فقد برهن شيل أن الهواء ليس عنصراً مبرداً؛ لكن لا أحد منهما أدرك حقيقة ما اكتشفه. وكان لاسطوان لافوازييه (١٧٤٣-١٧٩٤)، الكيميائي الفرنسي، فضل بيان طبيعة هذا الغاز وتسميته الأكسجين، عام ١٧٧٥.

## أكسجين الطوارئ

يقص المرصص، الذين يعانون مشاكل تنفسية، كميات إضافية من الأكسجين، لتخفيف العبء على الرئتين وزيادة التنفس. وهذا يساعدهم في التماثل للشعاع بسرعة أكثر

## لمزيد من المعلومات أنظر

- الترايط الكيميائي ص ٢٨
- الحذون الدوري لمعاصر ص ٣٢
- لاكسدة والإختيار ص ٦٤
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- التنفس الخلوي ص ٣٤٦
- دورات في الجلاف الحيوي ص ٣٧٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢

## الصدأ

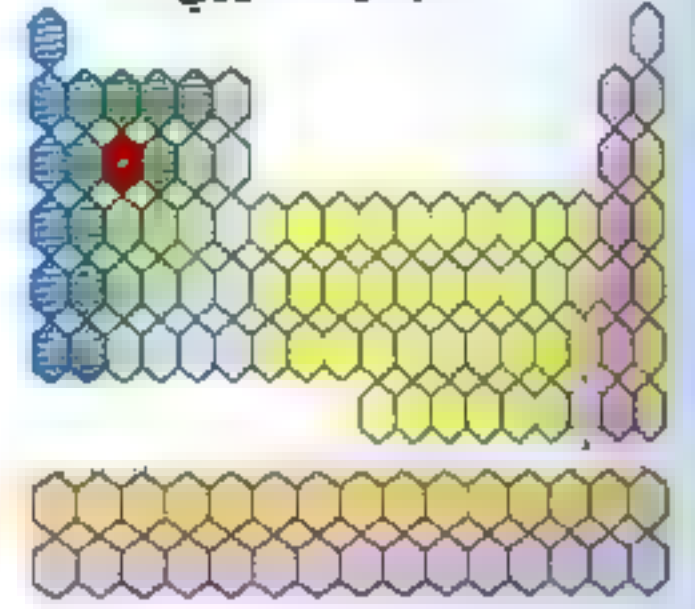
إذا تُرك الحديد والفولاذ مُعرضين للهواء والرطوبة، سرعان ما تكسوهُما قِراة تبيّن تُرتقالية اللون، هي الصدأ. والصدأ هو أكسيد حديدي ينتج عن تفاعل كيميائي بين الحديد والأكسجين والرطوبة.



# الكبريت

الكبريت عنصرٌ لا فلزيٌّ أصفر اللون زاهٍ يتواجد في الطبيعة على شكل كبريتيدات (كالغالينا - كبريتيد الرصاص والبايرايت - كبريتيد الحديد) أو كبريتات (كالجبس - كبريتات الكالسيوم المائية). وهو من العناصر الأكثر فاعليةً، واستعمالاته ومشتقاته في مجالات الصناعة بالغة الأهمية - من صناعة الدهان والمنظفات إلى قلّكة المطاط وصنع البارود - حتى ليقاس مدى النشاط الصناعي في بلدٍ ما بمقدار ما يستهلكه من الكبريت أو من حامض الكبريتيك، أحد مشتقاته. ويُعتبر أكسيد الكبريت، وبخاصة، الذي تُطلقه محطات توليد القدرة الأحفورية الوقود ذات المحتوى الكبريتي، من ملوثات الجو ومُسببات المطر الحامضي.

## الجدول الدوري



تتألف المجموعة ١٦ من: الأكسجين (أ) والكبريت (كب) والسيلينيوم (سل) والتيلوريوم (تل) والبولونيوم (بس)

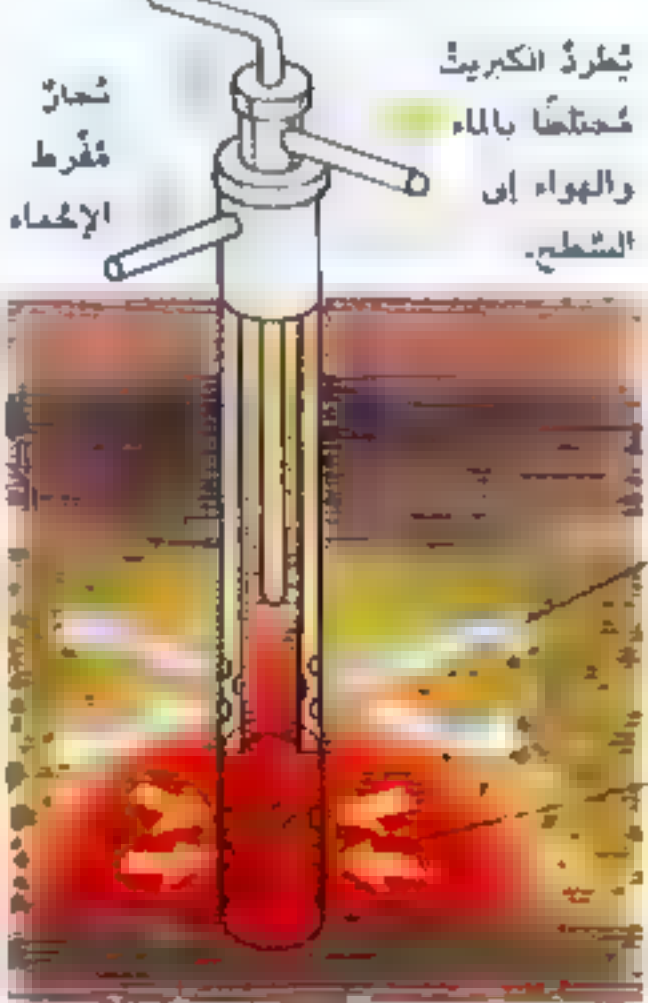


## كبريت البروتين

يحتوي مُح اليصة كبريتاً يبيّن كجدر رماديّ عند أطراف المُح إذا ما سُفّلت البصة لمترو طويلة. والكبريت من العناصر الضرورية لمحياة كجدر حيويّ في البروتينات التي تبي الجسم. وعندما تتحلّل هذه البروتينات ينتج كبريتيد لهروجين، وهو غاز سامّ له رائحة البيض الفاسد.

يُضخّ الهواء المضغوط في الأنبوب الأوسط.

فيتمزج بالكبريت المنصهر ويحفقه.



يُطرّد الكبريت مُحتملاً بالماء والهواء إلى السطح.

شمار مُفرط الإخماء

ملوّرات الكبريت صفراء

يتألف جزيء الكبريت المميّني من ثماني ذرات، وتتطابق جزيئات هذا الشكل معاً بالحكام.

يتغوّل الشمار بالضغط إلى ماء حارّ جداً (فوق ١٢٠° س) يسهو الكبريت.

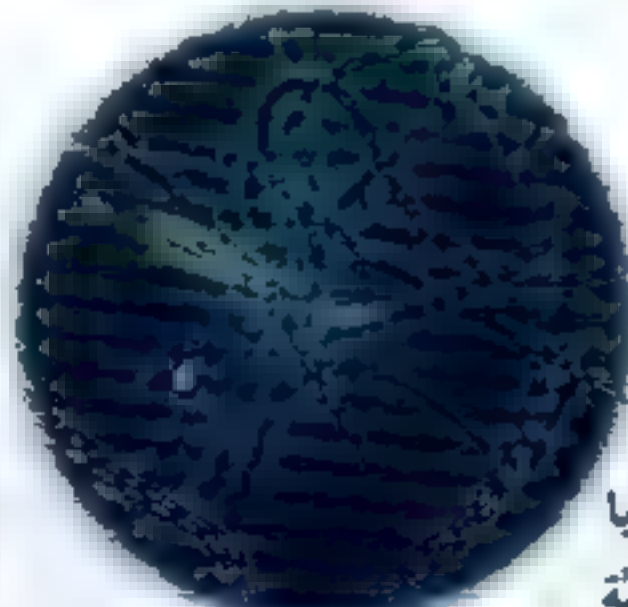
الكبريت المنصهر يتجمّع قبل أن يُخرج بالهواء.



يتألف جزيء الكبريت الأحاديّ المثل من ثماني ذرات - المُفصّلت بينها لوسغ مما هي عليه في الشكل المميّني وهذا الشكل مُستقرّ فقط فوق ٩٦° س.

## أشكال الكبريت التآصلية

هناك شكلان تآصليان رئيسيان للكبريت المميّني، والأحاديّ المثل - أولهما فقط مُستقرّ على درجات الحرارة العادية وفي كلا الشكلين تترتب ذرات الكبريت في حلقات ثمانية.



## البكتيريا الكبريتية

تستمدّ بعض البكتيريا الطاقة من الكبريت بدلاً من الأكسجين؛ لذا فهي لا تستطيع العيش إلا على مركّبات الكبريت المُدابة. وفي الولايات المتحدة يجري استخدام هذه البكتيريا لاستخلاص النحاس، وبعض المعادن الانتقالية الأخرى نقيّة من مركّباتها الكبريتية.

## بلّورات الكبريت

توجد بلّورات الكبريت الدقيقة بين الصفخور في المناطق البركانية في العالم، وهي من الشكل المميّني. والشقوق البركانية هي مصدر رئيسي للكبريت في بعض البلدان مثل صقلية وجاوا والولايات المتحدة الأمريكية. ويتجمّع هذا الكبريت من الغازات المُسببة من جوف الأرض.

## الكبريت على سطح آيو

آيو، أكبر أقماع المشتري، هو أحد أكثر الأقماع بصارة في المجموعة الشمسية ويعود لونه الأصفر البرتقالي الزاهي إلى مصر الكبريت من براكبه النائرة التي تم اكتشافها بواسطة الشوارر المصنّبة حديثاً.

## إستخراج الكبريت

يُستخرج كبريت من صاحمه بطريقة فُراش وفيها تمرّ ثلاثة أنابيب مُتراكبة في الفُراش الكبريتية يُضخّ بخار مُفرط الإخماء في الأسبوب الخارجي لصهر الكبريت، ثم يُدفع الهواء المضغوط في الأسبوب الأوسط، فيطرّد مريح الكبريت المُزبد إلى السطح.

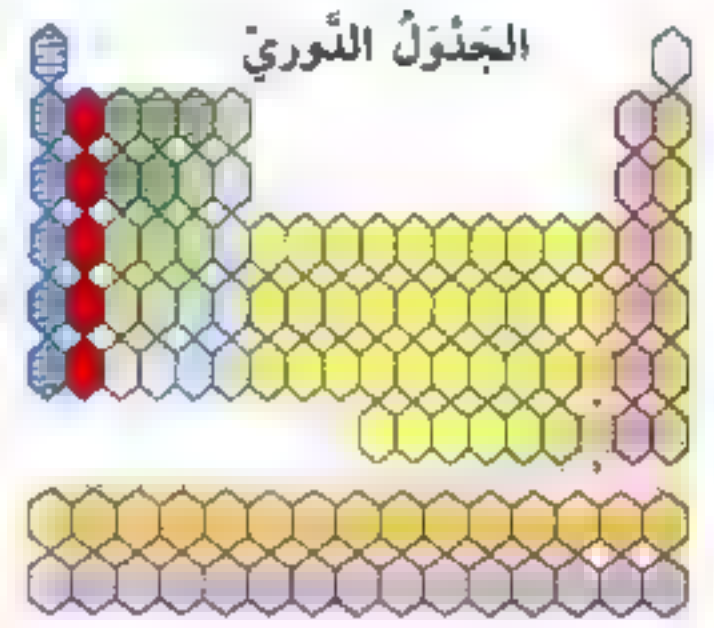
## لمزيد من المعلومات أنظر

- البلّورات ص ٣٠
- الجدول الدوري للعناصر ص ٣٢
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- حامض الكبريتيك ص ٨٩
- مُنتجات الغاز ص ٩٧
- البلّورات الصناعيّة ص ١١٢
- المطر ص ٢٦٤
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



# الهالوجينات

يُستخدَم الكلور، أشهر عناصر المجموعة ١٧ (الهالوجينات) في أحواض السباحة لتعقيم الماء، كما يُشكّل جزءًا رئيسيًا من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام). وتُصافُ الفلوريدات (مركبات الفلور) إلى معاجين الأسنان ومياه الشرب لمكافحة نخر الأسنان. وتُستخدَم مُركّبات الكلور والفلور الكربونيّة لمكافحة الآفات (كالحشرات والفُطور والطحالب المؤذية) وفي أجهزة التبريد. لكنّ البحث جارٍ عن بدائل لها بعد أن اكتُشف أنها تُضرُّ البيئة. والمعروف أنّ جميع هاليدات الفضة حسّاسة للضوء، لذا تُستخدَم في الأفلام والورق الفوتوغرافي؛ وبروميد الفضة هو أكثرها استعمالًا في هذا المجال. الهالوجينات جميعها شديدة الفاعليّة، وكلّها تحوي ذراتها سبعة إلكترونات في الغلاف الخارجي.



تتألف المجموعة ١٧ من الفلور (فل) والكلور (كل) والبروم (بر) واليود (ي) والاسنتاني (ست) المشع

## الفلوريت

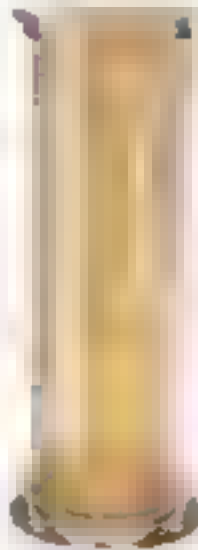
### المتفلور

يوجد الفلور في

الطبيعة في معادن كالفلوريت (فلوريد الكالسيوم) ذي البلورات التكعيبيّة المشوّعة الألوان تبعًا لشوائبها المختلفة. والكثير من هذه البلورات يتفلّور (يتألق لضاء) في الأنيّة فوق النسيجيّة

## الكلور

الكلور غاز أصفر مُحضّر، حادّ الرائحة سام. وكسائر الهالوجينات، يتحدّ الكلور بسهولة مع الهيدروجين والماء لإنتاج حامض قويّ جدًا هو حامض الهيدروكلوريك



## كلورة الماء

يمكن تحصيل الكلور من محلول الملح المركز بالتحليل الكهربائي. والكلور مادةٌ تصير قويّة تُنقى الألوان؛ كما إنه مُطهر ومُعقّم. فقال يُستخدَم لمعالجة الماء في أحواض السباحة ومحطات تنقية المياه



## اليود في الأعشاب البحرية

يوجد اليود بمعدّلٍ ضئيلٍ في مياه البحر وفي الأعشاب والطحالب البحرية. وليود عنصر مهمّ في نشاط الغدّة الدرقيّة. بي تُظلم مُشروبات الطاقة وتُزو في صغار الأسماك ويؤدي افتقار الجسم لمركبات اليود (اليوديدات) إلى تضخّم الغدّة الدرقيّة يُرافقه تورّم في مقدّم الرقبة وجانبيها

## اللّدائن الرّقيقة

تُظلى بواطن القدور والمقالي (ح، مقلّة) بطبقة من التفلون (وهو مُستخرجٌ من رابع فلور الأيسر المتعدّد) الشديّد الرّقبة. سمع التصاق ما يُطبخ أو يُقلى فيها. وهذا المركّب عديم الفاعليّة جدًّا ولا يتأثر بالحرارة مما يجعله مثاليًّا لهذا الغرض

## التفلون صائدٌ قاتلٌ لجميع

الكيمائيات الأخرى - حتى البيضة لا يُلصق معها شيء بمقلّة التفلون.



## ثقب الأوزون

مُركّبات الكلور والفلور الكربونيّة المُعمّلة في الهواء من أجهزة التبريد والمُركّبات الضوئيّة المختلفة تصاعدت إلى أعالي النجوم، وتتفاعل مع الأوزون وتُفكّكه، مُخلّدةً مُخاضات في طبقة الأوزون الواقية. وهذا يُفسح المجال لتسرّب كمّيّات مُؤذية من أشعة الشمس فوق البنفسجيّة إلى الأرض



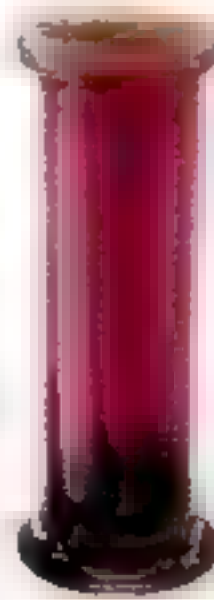
حاليًّا تظهر ثقبُ الأوزون بانتظام، شتاءً، فوق القطب الجنوبي للأرض.

## البروم

البروم سائل أحمر مُسمِّم، يُعلو نُدْرًا بلونه، خافقًا سامًا وهو أحد مُنصرّبي الأساس في الجدول الدوري. تُستخدَم مُركّبات البروم في التصوير الفوتوغرافي، وكُمسكناتٍ لطعم

## اليود

اليود جامدٌ أرجواني مُسوّد اللون رقيق، يصعد بالتحسين مُطلقًا بخارًا أرجونيًّا. تُستخدَم مُركّبات اليود (اليوديدات) في تحضير أشعاع مُعيّنة، وكموادٍ حفّازة في الصناعة. هذا ويحتوي وجودُ النشا باللون الأزرق المُسوّد الناتج من إضافة اليود زُطبا إليه



بعد توضّح التأثير المؤذي لمركّبات الكلور والفلور الكربونيّة، يجري العمل على إيجاد عارلاتٍ دسّر بديلة في مرزّات التبريد المختلفة.

## لمزيد من المعلومات انظر

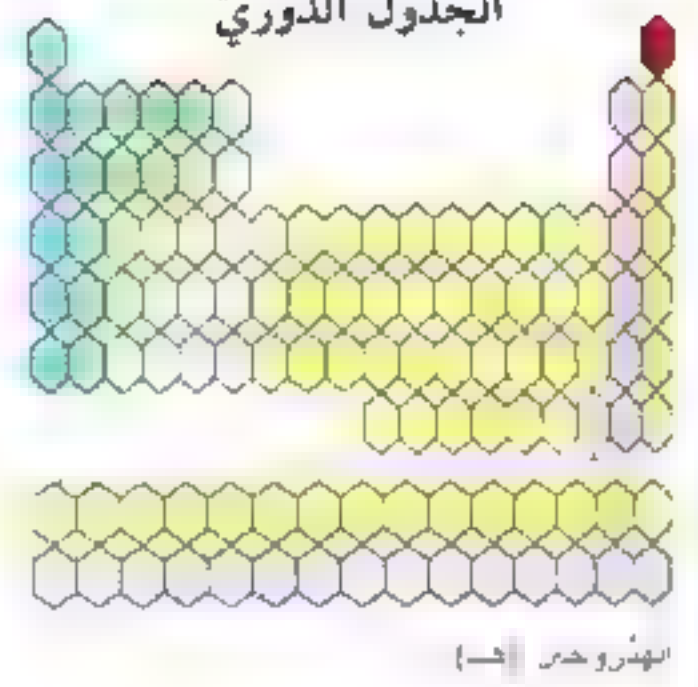
- لترنط انكساريّ ص ٢٨
- الجدول الدوري لعناصر ص ٣٢
- أكسجين ص ٤٤
- صنعة الهالوجينات ص ٩٤
- التلوث الصناعي ص ١١٢
- التصوير الفوتوغرافي ص ٢٠٦
- دورات في الجغرافيا البحريّة ص ٣٧٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٢



# الهيدروجين

الهيدروجين غاز عديم اللون والضغط والرائحة. وزعم أنه أبحث العناصر فهو أكثرها توافراً في الكون (إذ يؤلف حوالي ٧٥٪ من مادته) استخدامات الهيدروجين متعددة مثلاً في هدرجة الريبوت البائية وتحويلها إلى شمع كالمرعوس، وفي شح الكرب من منتجات النفط وزيادة كمية البنزين المستخلصة منه لكي الاستخدام الأكثر للهيدروجين هو في صنع الأمونيا المهمة في إنتاج الأسمدة وكماديات أخرى كإماوياً، قد يتفاعل الهيدروجين مع الفلزات أو مع اللافلزات (مكوّن أحياناً أيونات الهيدروجين). وتُعزى حامضية الحوامض كلها إلى أيونات الهيدروجين في تركيبها.

## الجدول الدوري



## الهيدروجين في الكون

لا يقصر وجود هيدروجين في شكله الغازي على الفضاء الخارجي بل هو موجود في كل مكان تقريباً في الكون.

## الهيدروجين في الشمس

يحتوي الشمس على 75% من الهيدروجين في شكله الغازي. وفي الشمس، يتحد الهيدروجين مع نفسه لتكوين الهيليوم، مما يطلق كمية هائلة من الطاقة. هذا التفاعل هو المصدر الرئيسي للطاقة في الشمس.

## الهيدروجين في الأرض

في الأرض، يوجد الهيدروجين بشكل رئيسي في شكل جزيء (H<sub>2</sub>) في الغلاف الجوي، وفي شكل مركبات في الصخور والمياه. كما يوجد في شكل جزيء في بعض الأماكن تحت الأرض.

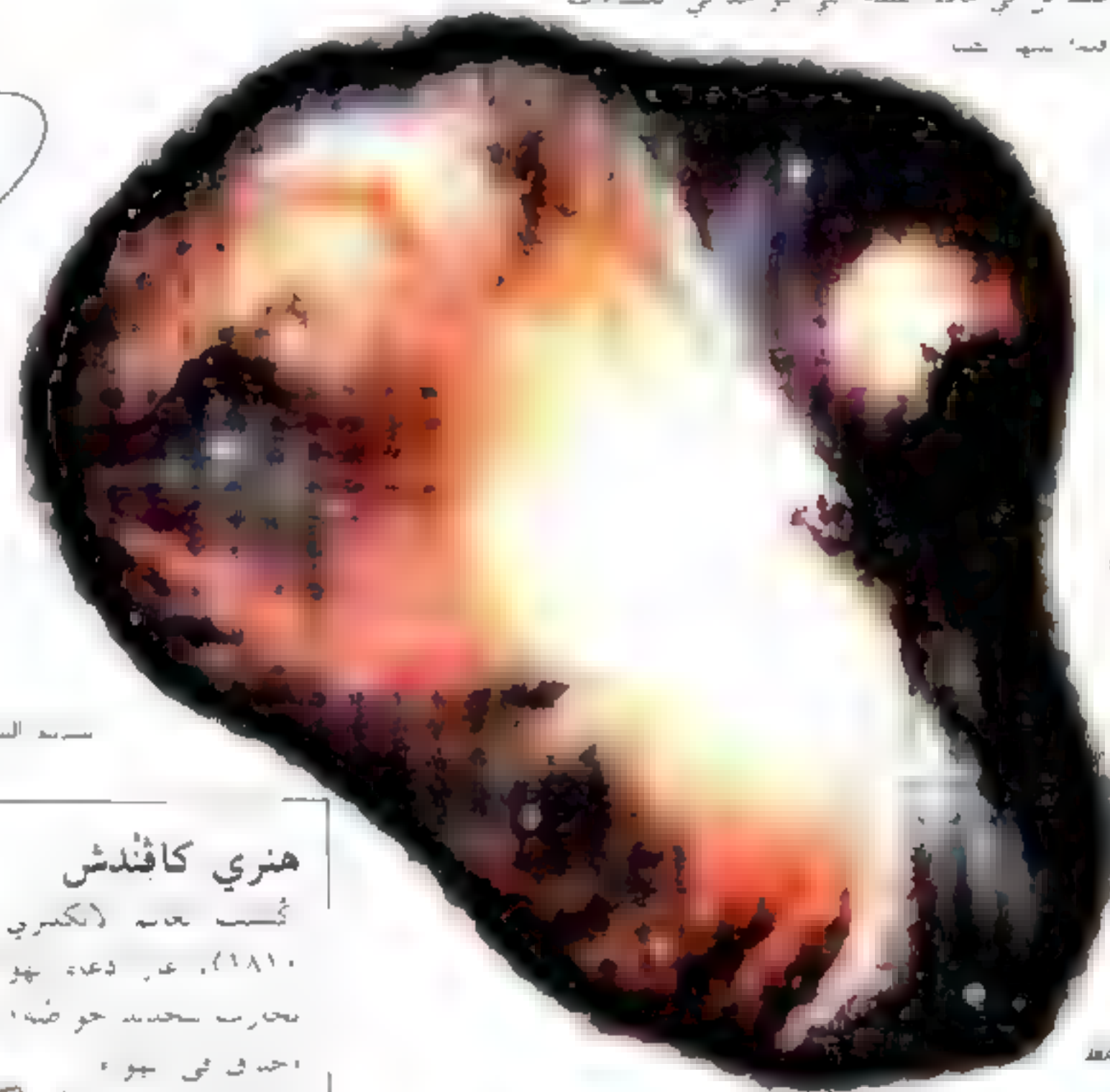
## الهيدروجين وقود المستقبل

يُعد الهيدروجين وقوداً نظيفاً ومستقبلياً. يمكن إنتاجه من مصادر متجددة مثل الطاقة الشمسية أو الرياح، ويمكن استخدامه في خلايا الوقود لتوليد الكهرباء دون انبعاث غازات دفيئة.



## البنية البسيطة

الهيدروجين هو أبسط العناصر، يتكون من بروتون واحد وإلكترون واحد. هذا يجعله العنصر الأكثر وفرة في الكون.



صورة للهيدروجين

## هنري كافنديش

كان هنري كافنديش عالماً كيميائياً إنجليزياً. اكتشف الهيدروجين في عام 1766. كان يعتقد أن هذا الغاز هو "الهيدروجين"، أي "المكون من الماء".



كان كافنديش قد اكتشف أن هذا الغاز أخف من الهواء، وأنه يتحد مع الأكسجين لتكوين الماء. هذا الاكتشاف كان مهماً في فهم تركيب الماء.

## معلومات إضافية

- العدد الذري: 1
- الكتلة الذرية: 1.008
- الكتلة المولية: 2.016
- نقطة انصهار: -252.87 °C
- نقطة غليان: -252.87 °C
- الكثافة: 0.08988 g/L
- عدد الإلكترونات: 1
- عدد البروتونات: 1
- عدد النيوترونات: 0
- عدد الجزيئات في المول: 6.022 x 10<sup>23</sup>



سيارة تعمل بالهيدروجين



## المطبخ والشمس الهوائية

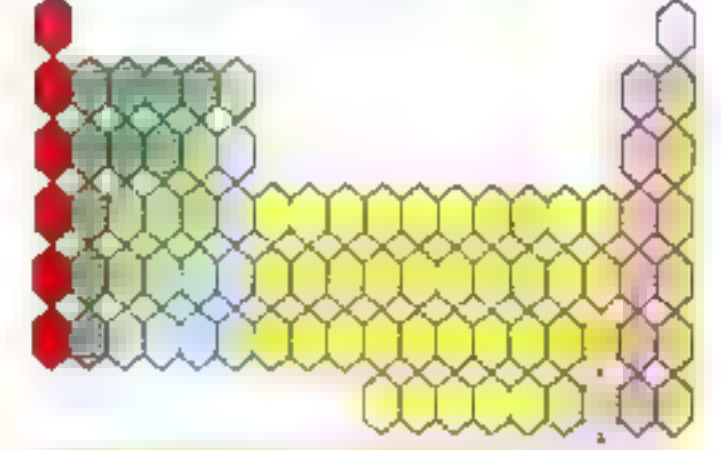
يستخدم الهيدروجين في العديد من التطبيقات، بما في ذلك في خلايا الوقود للسيارات، وفي الصناعات الكيميائية، وفي الفضاء. كما يستخدم في بعض أنواع اللحام.



# الغازات النبيلة

تُعبأ بالبالونات التي تُطلق في الجو بهجةً بغاز الهليوم، وهو أحد الغازات الستة في المجموعة ١٨ من الجدول الدوري. وتُعرف هذه العناصر بالغازات النبيلة، وتُشكّل قرانةً واحد في المئة من الهواء. والنيون غازٌ نبيل آخرٌ مألوفٌ حدًا في أنوار النيون الزاهية الألوان. أما الرادون المُشعّ فيُشجّ من انجذاب الراديوم، ويؤلف قدرًا كبيرًا من إشعاعات الخلفية التي تُصادف في مناطق الصخور الغرانيتية. وتُعرف الغازات النبيلة أيضًا باسم الغازات النادرة أو الخاملة؛ فالكيميائيون لم يتمكنوا إلا من صنع بضعة مركّبات فقط منها. فهذه الغازات نادرة التفاعل مع أي شيء، وهي مُستقرّة جدًا لأن الغلاف الخارجي لكل منها كامل التعبئة بالإلكترونات.

## الجدول الدوري



مئات المجموعة ١٨ من الهليوم (هي) والنيون (ن) والارجون (عو) والكريتون (كر) والريون (بر) والرادون (ر) المشع



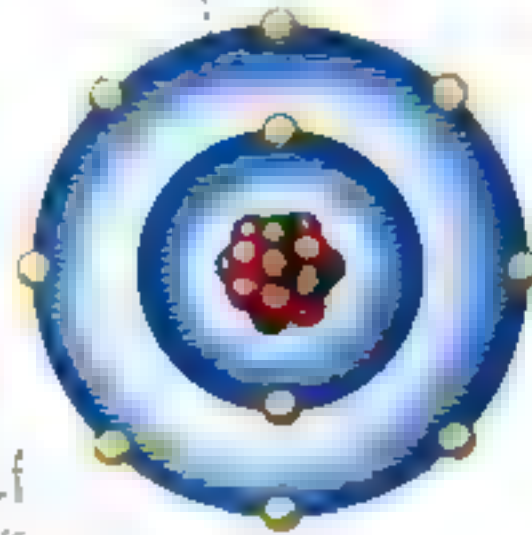
## الهليوم

الهليوم أخف العناصر، بعد الهيدروجين، وكلاهما أخف كثيرًا من الهواء. يُستخدم الهليوم، بدلًا من الهيدروجين، في بعض المباليد وأشرف أجهزته الحديثة لأنه مأمون أكثر، فهو لا يحترق. يحوي هواء لحوزٍ مقدارًا ضئيلاً حدًا من الهليوم؛ لكن بعض مكابس الغاز الطبيعي تحوي كميات كبيرة منه؛ وهي المصدر التجاري الرئيسي لهذا الغاز.

إلكترون  
الغلاف الخارجي

## الغلافات الكاملة

تحتوي ذرة النيون ثمانية إلكترونات في غلافها الخارجي، وبها يكون هذا الغلاف مكتملاً - فلا حاجة للذرة أن تفقد إلكترونات أو أن تكتسبها، فتتربط مع ذرات أخرى. كذلك فإن الغلاف الخارجي لجميع الغازات النبيلة مكتمل؛ وهذا يفسّر خمول قاعليتها واستقرارها.



## أضواء النيون

تتولد ألوان قوس قزح النيون هذه بإمرار الكهرباء خلال لاديب لعماء غاز نبيل ومواد أخرى على ضغط خفيف. ونسخ كل عرٍ من سونا مختلف؛ كما تُضاف مواد أخرى لإنج أنوار أكثر. دلهيوم يبيّض ضوءاً أخضر، والنيون ضوءاً أحمر برتقالياً متألقاً، ويسطع الأرجون بضوء أزرق، والكريتون بضوء بنفسجي.

عكس



## مُشعّ نوويّ ثانوي

تتكوّن بأنشطار اليورانيوم النوويّ عدّة نظائر مُشعّة للكربون، منها غاز الكربون-١٤. وهذا يُشعّ من محطات القدرة النووية، وقد تمكبت الولايات المتحدة، خلال الحرب الباردة، من مناعة النشاط النوويّ السوفياتي عن طريق قياس كمية الكربون-١٤ في الهواء.

## وليم رامزي

في عام ١٨٩٤،

اُكتشف المورّد راييلي (١٨٤٢ - ١٩١٩)

والكيميائي وليام رامزي (١٨٥٢ - ١٩١٦) غاز

الأرجون. وكان قد تمّ

مطيافياً اكتشاف وجود

الهليوم في الشمس؛ ثمّ

اُكتشف رامزي وجوده على الأرض عام

١٨٩٥. وأتبع ذلك باكتشافه الكربون

والنيون والزئبق عام ١٨٩٨ - بعد أن

تمكّن من تحصيلها بتقطير الهواء السائل -

فنال بذلك جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٠٤. وفي عام ١٩١٠، تمّ له اكتشاف الرادون.



## أنوار الغازات

يُستخدم الأرجون والزنون في المصابيح الكهربائية. فتشعل المصابيح المغطاة بالزنون نوراً أبيض مثله إلى لُزقة؛ وهي مصاربت تُستخدم عاليًا المصابيح القوسية المغطاة بالزنون، فسطع نور القوس الكهربائي وكأنه شرارة مُستمرة. هذا ونمّا المصابيح الكهربائية العادية بمزيج من الأرجون والنروجين، لأن هذا المزيج الحامل يحفظ قبلة التنجس، المهيّئة بشدة الحرارة، مدة أطول.

محطة بوقوفزسكايا للقدرة النووية في روسيا

## لمزيد من المعلومات انظر

- لمبة إدرية ص ٢٤
- النشاط الإشعاعي ص ٢٦
- الجدول الدوري لعناصر ص ٣٢
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- حدايق ومعلومات ص ٤٠٢



# التفاعلات

يستخدمُ يَحْصَرُ النباتات ضوء الشمس لثحول ثاني أكسيد الكربون والماء إلى كربوهيدرات وأكسجين.

تكمدُ العصيات وتُسودُ تدريجًا لأن كبريتيد الهيدروجين في الهواء يتفاعل مع العصية مُكوِّنًا طعمه رقيقة من كبريتيد الهيدروجين.

ملايين التفاعلات الكيماوية تحصل من حولنا على الدوام في كل دقيقة، بعضها تفاعلات طبيعية وبعضها الآخر نتيجة لأنشطة الإنسان. ففي داخل أجسامنا يمثلُ الطعام الذي نتناوله في سلسلة من التفاعلات المعقدة ليُرَوِّدنا بالطاقة. وتنهك النباتات في تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء، إلى كربوهيدرات وأكسجين - في عملية التخليق الضوئي مُستخدمة طاقة الشمس. وفي أجواء الأرض العليا تجري بلا هوادة تفاعلات تُرْسِّخ أشعة الشمس كيماويًا من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية التي قد تُهدِّد الحياة على الأرض. وفي المختبرات، يستخدمُ العلماء التفاعلات الكيماوية بأشكال شتى في عمليات لا حصر لها لتصنيع الأدوية الجديدة، أو لحفظ الأغذية من الفساد، أو لتحويل النفط الخام إلى بنزين، أو لتوفير المواد العديدة اللازمة لإعداد ملابسنا وتجهيز منازلنا.

كثافة المحبوبة لا تُشبه لمقوماتها من الطحين والبيض وزبدة والسكر، لهذه قد تغيرت بالتفاعلات الكيماوية

بعد غسل الصهور، يُفكك المنطق الصابوني الاوساخ والدقون ويُرينها بحفص التوتر السطحي للماء.

نوطة (جيلاتيني) منصهرة

كثافة جاهرة

## التغير الكيماوي

خز الكعكة مثل حذ على التغير الكيماوي

فمذاق الكعكة وخواصها تغيرت بعد خبزها تغيرًا جذريًا عن مذاق وخواص مقوماتها - فهي الآن مختلفة كيماويًا. إن معظم التغيرات الكيماوية تغيرات دائمة فلا يمكنك إعادة الكعكة المحبوبة إلى طحين ورندة وبيض وسكر لكن هالك يصنع تغيرات كيماوية عكوسة



فرانسيس بيكون

كان فرنسيس بيكون (1561-1626) محاميًا ومُخْبِرًا وشخصية سياسية إنكليزية مرموقة. ويذكر هنا مقولته الشهيرة في كتابه الأسلوب الجديدة الذي صدر عام 1620: «إن النظريات حول خواص المادة ذات جدوى فقط إذا أُبْدِنَتْ التجارب»

## روبرت بويل

الكيميائي، الإيرلندي، روبرت بويل (1627-1691) أحد أول الكيميائيين الحديثين شدد في كتابه المشهور «كيميائي المنطق»، الصادر عام 1661 على أهمية التجارب بقوله: «إن جميع الآراء يجب أن تتحصص بالاختبار والتحرية للتحقق من صوابتها». وهو خلال تجاربه ددعة على انمارات، اكتشف قاعمة مهمة حول مسلكها تُعرف بقانون بويل



## المختبرات الحديثة

نحوي المختبرات العلمية أضاف شتى من التجهيزات يستخدمها العلماء في تجاربهم المختلفة. فبعض العلماء، مثلاً، يدرسون التفاعلات المتعلقة بتكون المطر الحامضي عليهم يجدون سبباً لمتعة وقد يُجري علماء آخرون تفاعلات كيماوية لتصنيع مواد جديدة أو لاكتشاف علاج شاي من مرضي مُعَيَّن

تجهيزات علمية من القرن الثامن عشر





# النظرية الحركية

أَمْك تَطْهُو في المَطْبَخ، وَأَنْت في عُرْفَتِكَ تَشْمُ رائحة الطعام - هل تساءلت لماذا؟ النظرية الحركية تُقَدِّمُ لك الجواب. إن الحزيئات الغازية الدقيقة المنطلقة من الطعام الساخن والمُدَوِّمة في الهواء سُرْعَان ما يَصِلُ بعضها إلى أنْفِكَ. فالذرات والحزيئات التي تُولَّف كل شيء حولنا هي في حركة دائمة، حَسَب النظرية الحركية؛ وتزداد سرعتها بارتفاع درجة الحرارة فتشغل حيزًا أكبر. لكن جسيمات المواد لا تتحرك بالمنوال نفسه -

فجسيمات الجوامد، المُتقاربة التراص والشديدة التماسك، تقتصر حركتها على التذبذب (أو الاهتزاز) في مواضعها؛ وتتحرك جسيمات السوائل بحرية أكثر فتنساب ميوعة، لكنها تظل مُتقاربة متماسكة. أما جسيمات الغاز المتباعدة والضعيفة التماسك فسريرة الحركة لا محدودية الانتشار.



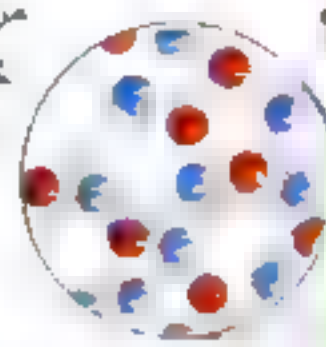
خريشت الهواء داخل

المطبخ المعبأ بالهواء المحمى فتساعد لانها تتحرك بسرعة كبيرة. أي إن الهواء داخل البطاطا أحف من الهواء خارجه - لذا يرتفع البطاطا في الخبز

الحرارة المرتفعة تسرع

تدندب جسيمات الجوامد فتشغل حيزًا أكبر وهذا يُعْلَلُ تمدد مزج ابيجيل في باريس بمقدار ٧,٥ سم صيفًا.

مربيع متعاقل من جسيمات البروم والهواء.



## الانتشار

تنتشر الغازات لتملأ أي حيز متاح، لأن جسيماتها تتحرك بسرعة كبيرة وحاصية الانتشار هذه هي سب انتشار الروائح بسرعة. فعندما يُخَبَّر الكعك في الفرن، مثلاً، تنتشر رائحته سريعاً في سائر أرجاء المنزل

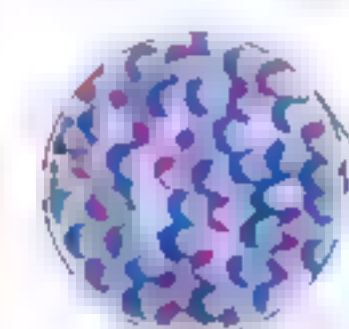
°C	°F
160	320
140	284
120	248
100	212
80	176
60	140
40	104
20	68
0	32
-20	-4
-40	-40

**التمدد**  
إذا سُخِّن جِسْمٌ، كهذا الترمومتر مثلاً، فإن سرعة جسيماته (أو مدى اهتزازها) يتزايد لتشغل حيزًا إضافيًا، فنقول إنه تمدد. لذا يحرص مهندسو السكك الحديدية على ترك فجوات بين القضبان احتساباً لتمدداتها في الطقس الحار. تمدد السوائل عشرة أضعاف تمدد الجوامد، أما الغازات فتمددها حوالي ١٠٠ مرة أكثر من السوائل

تغلل النظرية الحركية غرض الترمومتر - فهي أرتقاء في درجة الحرارة ينسب في تمدد لكتوب أو الرشق بدجلة، فيتحرك عمود سائل ضغداً على المقياس المزدوج



مربيع من جسيمات الماء وبيرومونات البوتاسيوم



## الانتشار في الماء

إذا ألقيت قليلاً من بلورات بيرومونات البوتاسيوم في الماء فسرعان ما ينتشر لونها الأرجواني فيه لأن جزيئات الماء تزلزله جسيمات البيرومونات وتدفعها باستمرار. كذلك، إذا نعت أوراق الشاي في العلابة، فسكنس الماء كله بكنهها ولونها في فترة قصيرة.



مرطبان عار ماء



**انتشار البروم**  
ينتشر البروم في المرحوب ليملا كامل الحيز المتاح. وإذا قُلب مرطبان ثان فوق الأول، فاعاد سرعان ما ينتشر ليملاء أيضاً

## الحركة البراونية

بينما كن عالم النبات الإسكتلندي، روبرت براون، يتفحص عينة من حبيبات غبار الطلع عام ١٨٢٧ أدهشه رؤية بعضها تتفكر عشوائياً على سطح الماء. وقد علل العلامة ألبرت أينشتاين هذه الظاهرة بعد ثمانين عاماً، مُستخدماً النظرية الحركية، بأن حركة حزيئات الماء الدقيقة عبر المرئية هي التي تقذف حبيبات غبار الطلع باستمرار فتسبب تفكرها. وتُعرف هذه الحركة الآن بالحركة البراونية.

منظر مكبر لجسيمات غبار الطلع من السيل الجلولة في الماء



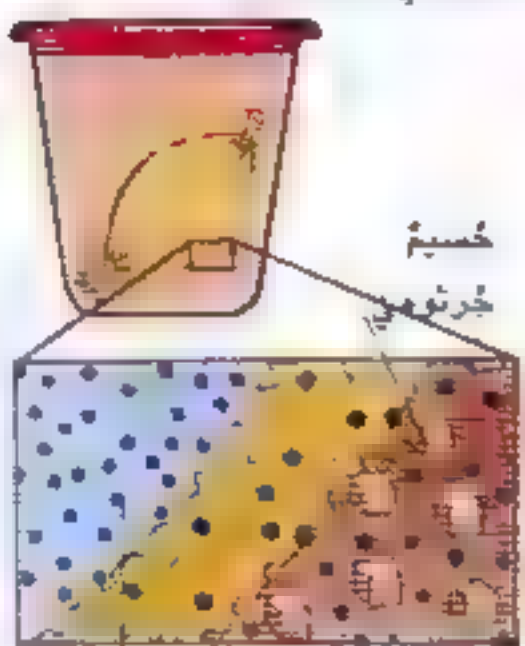
## لودفع بولتزمان

في السنين من القرن التاسع عشر صور العالم النمساوي لودفع بولتزمان (١٨٤٤-١٩٠٦) النظرية الحركية للذرات. وقد جوبه بنظرية الحركية بمعارضة شديدة من علماء عصره فغته ذلك كثيراً وأدى به إلى الابتعاد.



## لمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ١٨
- شوك الغازات ص ٥١
- سرعة التمدد ص ٥٥
- الحرارة ص ١٤٠
- نظام الغل في النبات ص ٣٤١
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٤



تنتشر خريشت الماء عبر المسام دون الاوساخ



# سُلوُكُ الغازات

نَجُولُ جُسَيْمَاتِ الغازِ بِحُرِّيَّةٍ وبسرعة كبيرة؛ لذا تُحْدِثُ التَغْيِرَاتُ فِي درجة حرارة الغاز أو حَجْمِهِ أو ضَغْطُهُ ظَوَاهِرَ مُثِيرَةً. فَمِنْ الْخَطَرِ مَثَلًا، تَرْكُ مِرْذَاذٍ فِي مَوْضِعٍ حَارٍّ، لِأَنَّهُ بَارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ، تَتَزَايِدُ سُرْعَةُ جُسَيْمَاتِ الغازِ فِي دَاخِلِهِ فَيَتَزَايِدُ ارْتِفَاعُهَا وَتَدَافِعُهَا عَلَى جَوَانِبِ الْمِرْذَاذِ مِمَّا قَدْ يَتَسَبَّبُ فِي تَفْجُورِهِ - إِذْ يُوْذِي تَسْخِيْنُ عِلْبَةِ الرِّدِّ إِلَى ارْتِفَاعِ ضَغْطِ الغازِ بِدَاخِلِهَا. مِثْلُ هَذِهِ الظَّوَاهِرِ لَاحَظْهَا وَدَرَسَهَا الْعُلَمَاءُ فِي الْقَرْنَيْنِ السَّابِقِ عَشْرٍ وَالثَّامِنِ عَشْرٍ، وَاسْتَنْبَطُوا بَعْضَ الْقَوَانِينِ الَّتِي مَا زَالَتْ تُسْتَخْدَمُ لِلتَّنَبُّؤِ بِسُلوُكِ الْغَازَاتِ.



## قانون بويل

مُفَاقِيْعُ الغازِ الَّتِي يَتَوَحَّضُ تَكَثُّرُ تَدْرِيجِيًّا كُلَّمَا ارْتَفَعَتْ نَحْوُ السُّطْحِ، فَهِيَ صَغِيرَةٌ الْحَجْمِ تَحْتَ ضَغْطِ السَّائِلِ الْأَكْثَرِ فِي الْعُمُقِ، وَكُلَّمَا ارْتَفَعَتْ نَحْوُ السُّطْحِ يَقِلُّ السَّائِلُ الصَّاعِطُ عَلَيْهَا، فَيَزِيدُ حَجْمُهَا. وَهَذَا فِي الْوَاقِعِ، مِثْلُ عَمَلِيٍّ عَلَى قَانُونِ الْكَيْمِيَاءِ الْإِيرْلَنْدِيِّ، رُوْبِرْت بُوِيل، عَامَ ١٦٦٢. يَنْصُ قَانُونُ بُوِيلِ عَلَى أَنَّ حَجْمَ الغازِ يَتَنَاسَبُ عَكْسِيًّا مَعَ الضَّغْطِ الْوَاقِعِ عَلَيْهِ - فِي ثُبُوتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ؛ أَيَّ إِنَّهُ بِزِيَادَةِ الضَّغْطِ يَقِلُّ الْحَجْمُ

يُغَلِّلُ قَانُونُ بُوِيلِ سَبَبَ تَرَايُدِ حَجْمِ الْعَاقِيقِ الْمُنْتَطَلِقَةِ مِنَ الْعَوَاصِ كُلَّمَا اقْتَرَبَتْ مِنْ سَطْحِ الْمَاءِ.

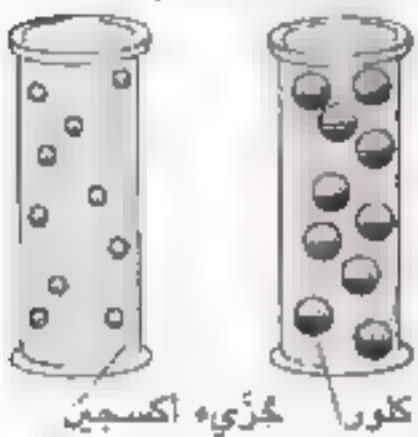
## جهاز التبريد

يَدُورُ سَائِلُ التَبْرِيدِ فِي أَدَائِهِ بِنَاحِيَةٍ بِاسْتِمْرَارٍ؛ وَعِنْدَمَا يَنْقَرُّ فَتْحَةٌ خَصِيَّةٌ يَنْتَعِدُ بِسُرْعَةٍ مَتَحَوِّلًا إِلَى غَازٍ. وَهِيَ تَحْوِلُهُ إِلَى غَازٍ، يَمْتَصُّ الْحَرَارَةَ الْبَاقِيَةَ مِنْ مَحِيطِهِ (أَيَّ مِنْ دَاخِلِ النَّاحِيَةِ) فَيَبْرُدُ ثُمَّ سَرِيَّ الْعَارِ إِلَى الصَّاعِطِ الَّتِي يَحْوِلُهُ لَدِيَّةً إِلَى سَائِلٍ وَعَمَلِيَّةُ اسْتِثْلَاقِ الصَّاعِطِ هَذِهِ تُطْلَقُ حَرَرُهُ كَاطِيَّةً لَأَنْ شَعْرَ بِهَا فِي حَلْمَةِ النَّاحِيَةِ

صَاعِطٌ

## قانون أفوجادرو

إِذَا مَلَأْنَا وَغْدًا بِالْكَلُورِ وَآخَرَ مُمَازِلًا لَهُ تَمَازًا بِالْأَكْسِجِينِ، فَإِنَّ كِلَا الْوَعَائِيْنِ يَحْوِيَانِ الْعَدَدَ نَفْسَ مِنَ الْجُزَيْنَاتِ وَهَذَا صَحِيحٌ زَعْمُ أَنَّ وَرْدَ خُرَيْيٍّ لِكُلُورٍ صَفْغٌ وَرْدَ خُرَيْيٍّ الْأَكْسِجِينِ هَذِهِ الْمَاعِدَةُ اكْتَشَفَهَا أَمَدُو أَفُوجَادَرُو، الْإِيرْلَانْدِيُّ الْإِيطَالِي، عَامَ ١٨١١ وَيَنْصُ قَانُونُ أَفُوجَادَرُو عَلَى أَنَّ الْحَجْمَ الْمَتَسَاوِيَةَ مِنَ الْعَارَاتِ تَحْوِي حَدًّا مُمَازِلًا مِنَ الْجُزَيْنَاتِ فِي دَرَجَةِ حَرَارَةٍ وَضَغْطٍ مُمَازِلَيْنِ.



خُرَيْيٍّ كَلُورٍ خُرَيْيٍّ أَكْسِجِينٍ

يَبْدَأُ السَّائِلُ بِالتَّمَدُّدِ عِنْدَمَا تَنْشَرِّخُ حَرَكَةُ الْجُزَيْنَاتِ الْعَارِ فِي الْهَوَاءِ الْأَرَضِ.

## للغازات وزن

قَدْ يَشَادَرُ إِلَى أَهْمَانَا أَنَّ الْعَارَاتِ عَدِيدَةً الْوِزْنَ لِأَنَّ تَعْمِيقَهَا لَا يُرَى، وَهَذَا عَمِيرٌ صَحِيحٌ فَحَمَمُ الْعَارَاتِ لَهَا كُلُّهَا مِمَّا لِأَنَّهَا تَأْتِي مِنَ جُسَيْمَاتِ وَنُوتُونَارِزٍ بِالْوَسِّ مَمْلُوءِينَ بِالْهَوَاءِ، ثُمَّ تُفْصَلُ أَحَدُهُمَا بِدَثُوسٍ، فَتَشَاهَدُ أَنَّ السَّائِلَ الْمَلِيَّ بِالْهَوَاءِ أَصْغَرَ أَثْقَلَ



السَّائِلُ الْمَلِيَّ يَحْوِي مِثْلَةً جُزَيْنَاتٍ مِنَ الْهَوَاءِ وَهُوَ أَثْقَلُ مِنَ السَّائِلِ الْمَمْلُوءِ هَوَاءً



## قانون غي لوساك

فِي الْعَامِ ١٨٠٨، كَشَفَ الْكَيْمِيَاءِيُّ الْأَوَسْتِي، جُورِيفُ لُوسَاكُ غِي لُوسَاكُ، أَنَّهُ عِنْدَمَا يَتَعَامَلُ الْهَيْدُرُوجِينُ وَالْأَكْسِجِينُ لِيَتَّجِيا الْمَاءَ، فَإِنَّ حَجْمَهُ مِنَ الْهَيْدُرُوجِينِ يَتَعَدَّلَانِ دَائِمًا مَعَ حَجْمِ وَاحِدٍ مِنَ الْأَكْسِجِينِ وَبِمِثْلَةِ أَمْدَانِهِ كَتَشَفَ أَنَّ أَمْدَانِهِ أَحْجَامَ الْعَدْتِ الَّتِي تَتَعَامَلُ بِمَعْنَاهَا مَعَ نَفْسِ مِثْلِيَّتِهَا هِيَ سِتَّةُ عَدَدَةٍ صَحِيحَةٍ وَسَطَةٍ وَيُغْرَفُ هَذَا بِعَدَدَتَيْنِ غِي لُوسَاكُ



## منفاخ الدراجة

نُجَسُّ دَائِمًا بِسُحُونَةٍ وَمِنَافِخِ الدَّرَاجَةِ عِنْدَ اسْتِعْمَالِهِ. وَذَلِكَ لِأَنَّ جُزَيْنَاتِ الْهَوَاءِ فِي دَاخِلِهِ تُرْعَمُ عَلَى السُّرْعَةِ فِي حَيِّزٍ أَقْلٍ، فَتَزِيدُ سُرْعَةُ ارْتِفَاعِهَا بِجُفْرَانِ الْمَتَاعِ فَيَسْخُنُ

تَسْخُنُ جِدَارَاتُ الْمِنَافِخِ مَعَ تَزَايُدِ سُرْعَةِ لُزْطَامِ الْجُزَيْنَاتِ بِهَا

## لمزيد من المعلومات انظر

- حالات المادة ص ١٨
- تغيرات الحالة ص ٢٠
- الطاقة الحركية ص ٥١
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- الضغط ص ١٢٧
- القوى في لموائع ص ١٢٨
- الحرارة ص ١٤١
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٤

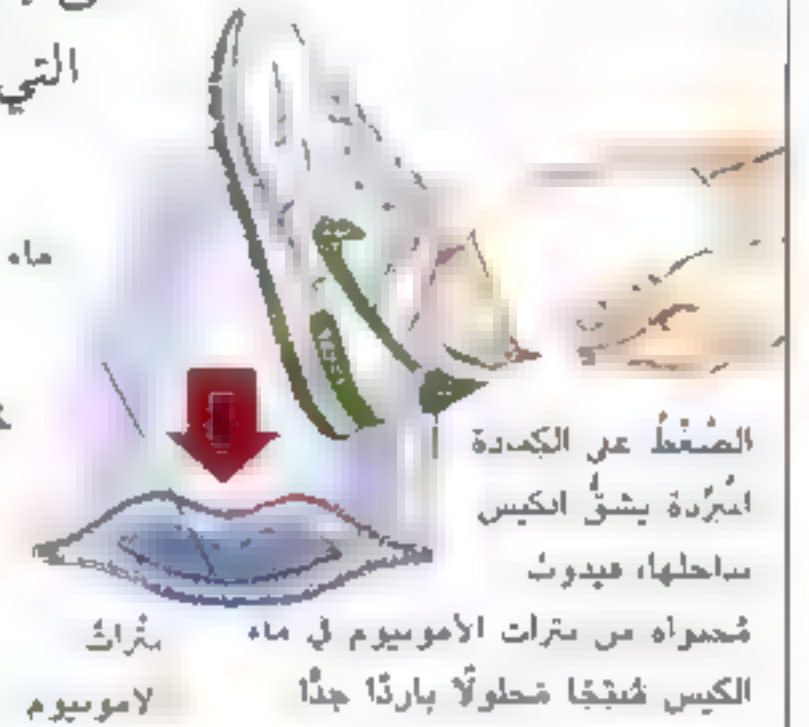
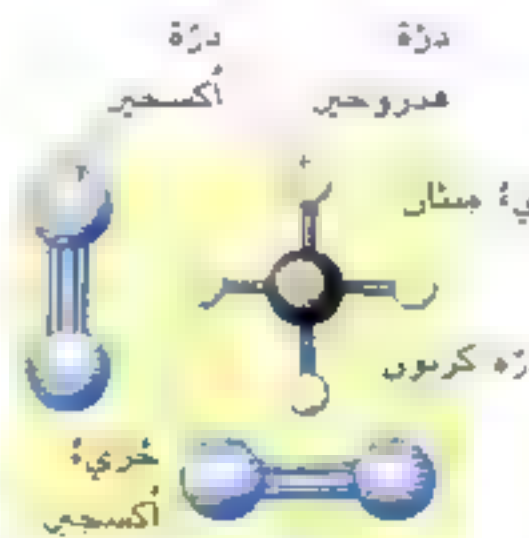


# التفاعلات الكيميائية



التفاعل الكيميائي هو ببساطة، تفكك أو انحلال مواد، وتكون مواد جديدة من الأجزاء الممتدة. وهذا يعني حدوث تغير في البنية الجزيئية للمواد المتفاعلة وخواصها. ففي البنية الجديدة للمواد الناتجة (المنتجات) يُعاد ترتيب الذرات والجزيئات مُجدداً. وهذا يتطلب تفكيك الروابط الكيميائية في المتفاعلات وتشكيل روابط جديدة في المنتجات. إن تفكيك أي رابط كيميائي يتطلب طاقة، في حين تنطلق طاقة عند تكوين رابط جديد، وكلاهما يحصل في كل تفاعل كيميائي - وهذه الطاقة قد تكون حرارية أو صوتية أو كهربائية. التفاعلات التي تُطلق حرارة تُسمى إكسوتيرمية (طاردة الحرارة)، وتسمى التفاعلات التي تمتص الحرارة إندوتيرمية (ماصة الحرارة).

يتفاعل الميثان مع الأكسجين ليكوّن ثاني أكسيد الكربون وماء وتُسمى الاشكال اديا كيف تتفكك الروابط بين الذرات ثم تعود لراشتها.



## التفاعلات الماصة للحرارة

يستخدم الرياضيون كمادات مبردة لتخفيف ألم الإصابات. فالتفاعل المحدث في الكمادة يمتص الحرارة من جسم الرياضي، إذ إن الحرارة الممتصة في تفكك روابط المتفاعلات في هذا التفاعل أكبر من تلك الممتصة في تكوين روابط المنتجات وهذا مثل على تفاعل إندوتيرمي (ماصة للحرارة).

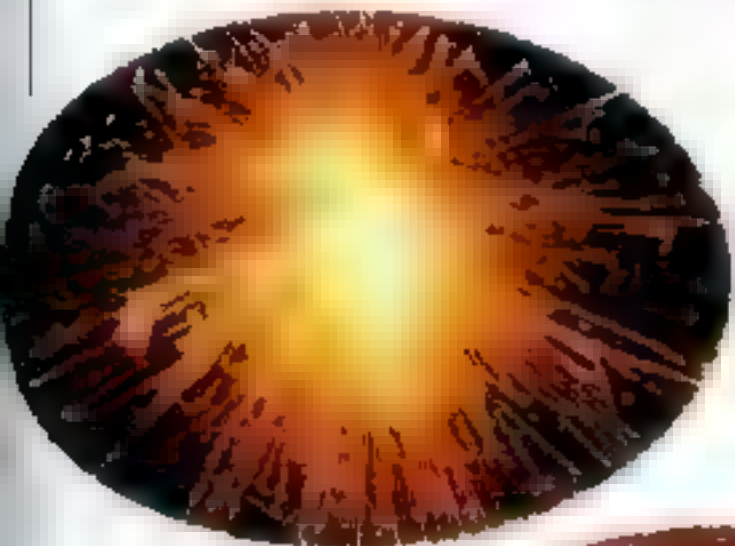
## طاقة التنشيط

معظم التفاعلات تحتاج إلى كمية معينة من الطاقة لتبدأ. لذا لا يشتعل عود الثقاب ما لم تُسقط بالحدك؛ كذلك لا تحترق فتيلة الشمعة ما لم يُقرّب منها عود ثقاب مُشتعل. وتُسمى كمية الطاقة اللازمة لبدء التفاعل طاقة التنشيط.



## التفاعلات الطاردة للحرارة

عند احتراق الخشب، تنطلق طاقة كيميائية حرارية. ويطلق هذا التفاعل على تفكك روابط كيميائية وتكوين روابط جديدة؛ لكن كمية الحرارة المنبعثة بالترابط أكثر من تلك الممتصة بالتفكك. لذا، يُطلق التفاعل حرارة، وتُسعر المحيط حوله. فهذا مثل على تفاعل طارد للحرارة.



## تغير الروابط

في كل تفاعل كيميائي، تتفكك روابط في المتفاعلات لتشكل روابط المنتجات المشد، مثلاً، المكون الرئيسي للعنصر الطبيعي، يتألف من أربع ذرات هيدروجين مترابطة مع ذرة واحدة من الكربون؛ فعند احتراق الميثان يتفاعل مع أكسجين الهواء وتتفكك جميع الروابط بين ذراته، وتكون روابط جديدة لتؤلف ثاني أكسيد الكربون وماء. وحيث إن هذه الروابط الجديدة ذات طاقة كامنة أقل منها في الروابط الأصلية، فإن التفاعل يُطلق فرق الطاقة كحرارة.

يستخدم الشفنين الكهربائي تفاعلاً يُطلق الطاقة ككهرباء ليصق بها فرائسة



## التفاعلات بالكهرباء

بعض التفاعلات يستخدم الكهرباء، وبعضها الآخر يُستعمل للشفنين الكهربائي مثلاً، يستطيع قن السلك الضعيف

صدمة كهربائية قد سلخ شدته ٢٢٠ فلف تولد من تفاعل كيميائي يحصل في خلاياه والرق الذي هو شرارة كهربائية ضحمة، يُحدث تفاعلات في الهواء - منها تكون ثاني أكسيد النروجين من النروجين والاكسجين وتكوين الأوزون من الأكسجين

يحدث الترقق تفاعلاً بين النروجين والاكسجين يُنتج ثاني أكسيد النروجين، وهذا يدوب في ماء المطر ويتساقط على الأرض كحامض النتريك - أحد شكوات المطر الحامضي.



بتفاعل لفسنيوم في دةطة الشرر مع اكسجين الهواء تُكوّن أكسيد المعسيوم وهذا التفاعل يُطلق طاقة كعاقبة صوتية

بنهك لون جلاف الكتاب لأن الضوء الذي تمتصه لخزينات أصباغه يُفكك بعض الروابط الكيميائية فيها

## التفاعلات بالضوء

الطاقة التي يُطلقها أو يمتصها تفاعل كيميائي قد تكون صفة صوتية، مفاعلة أشعر تطلق حين شملها صرة ماطق أبيض اللون وتُنتج الإغلاية، كما الثبات، يُحول لونها بامتصاص ضوء الشمس القوي ولتفاعلات الكيميائية السحبه منه كذلك يُحرص ضوء الشمس تفاعلات في جلد الفشمس تكون حب العيلاس الذي يسهمهم بشرة مُصفرة

## لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- توصيف التفاعلات ص ٥٣
- سرعة التفاعلات ص ٥٥
- التخارات ص ٥٦
- تحويلات الطاقة ص ١٣٨
- حقائق وتعليلات ص ٤٠٤



# توصيف التفاعلات

الصيغ والمعادلات الكيميائية هي للكيميائي نوع من الكتابة المختلة، كما إنها تُستخدم في توصيف الكيمائيات وتفاعلاتها فالصيغة الكيميائية لأي مركب تُبين نوع الذرات التي يتألف منها وبأي سبب. وتُعبّر المعادلة الكيميائية عن التفاعل الكيميائي، مُبيّنة المواد المتفاعلة ونسبتها في طرفي المواد الناتجة في الطرف الآخر - مُتجاوزة مشاكل اللغة. ويُستخدم عادةً سهم بدلاً من علامة المساواة بين جانبي المعادلة لبيان اتجاه التفاعل. ويقترح بعض المُجددين (ولعلهم مُحققون) كتابة المعادلات الكيميائية برُموزها اللاتينية المُستخدمة في معظم أقطار العالم.

الرصاص	الزنك	الفضة
الرُموز القديمة		
رُموز دانستون		
صا	بق	ف
الرُموز الحديثة		

## الرُموز والصيغ الكيميائية

اسمُ العاصر التي عُرفت منذ القدم مثل كُُل منها بصورة فلكية. وبحول عام ١٨١٠، استنبط جون دالتون، الكيميائي الإنكليزي، مجموعة من الرُموز الطورية للعناصر المعروفة في أيامه. وفي عام ١٨١١، شُيخ جونز براريليوس، الكيميائي السويدي، النظام المُعتمد اليوم حيث تُشيرُ للعناصر بالحروف ويمكن صم هذه الحروف معاً كالسيوم الكربون الأكسجين

## الصيغ الكيميائية

### حيثما كان

لكل مركب كيميائي

اسم وصيغة تُشير

العناصر التي يتألف

مها فالاسم

الكيميائي

للعناصر، مثلاً،

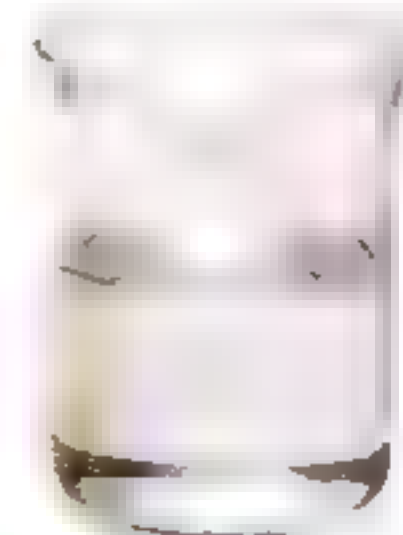
هو كربون كالكسيوم وصيغته الكيميائية هي

كاد ١٠ أي مع كل ذرة من الكالسيوم (ك) هناك ذرة

من الكربون (ك) وثلاث ذرات من الأكسجين (أ)

مخلول يوريد  
الموتاسيوم في الماء

مخلول يوريد  
الموتاسيوم في الماء



هذا مثل على  
تفاعل الإخلال  
المتبادل بين  
مركبين

المعادلة  
بالكلمات  
المعادلة  
بالرُموز

لنتوازن المعادلة يجب أن  
يصاحف عدد جزيئات يوي  
(وعدد جزيئات يوي أ)

يوريد الموتاسيوم + مثرات الرصاص = يوريد الرصاص + مثرات الموتاسيوم

٢ موي د. + صا (أ) د. = صا ي. د. + ٢ يون أ د.

يشير العدد ٢ إلى أن مجموعتين من  
المثرات تتراخض مع كل ذرة من الرصاص.

قانون بقاء الكتلة



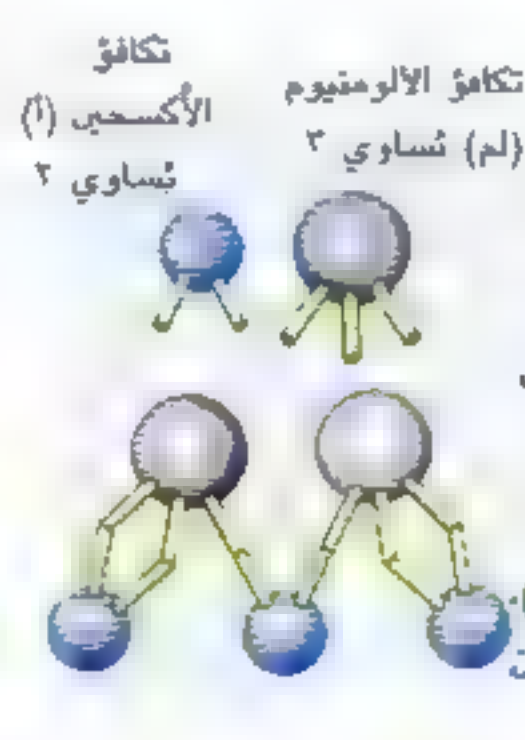
عندما يتصل تفاعل كيميائي لا يتلاشى من  
المتفاعلات شيء؛ فقط ترتب الذرات مجدّد  
لتكوين المُنتجات لذا يجب أن تكون المعادلة  
متوازنة وعدد الذرات متساوياً في كل من  
طرفيها وهذا هو قانون بقاء الكتلة، الذي ينص  
على أن مجموع كتل المواد المُسجّة في تفاعل  
تساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة

## المعادلات

يمكن توصيف التفاعل بطرق مختلفة منها كتابة مُعادلة له كلامياً أو  
بالصيغ الكيميائية. وإذا استُخدمت الصيغ برُموزها الكيميائية،  
فيجب أن تكون المُعادلة متوازنة، أي أن يكون عدد الذرات  
المماثلة متساوياً في كل طرف بالمعادلة المتوازنة وخدّها يمكن  
تساوٍ نسب الكيمائيات المتفاعلة بعضها إلى بعض.

## التكافؤ

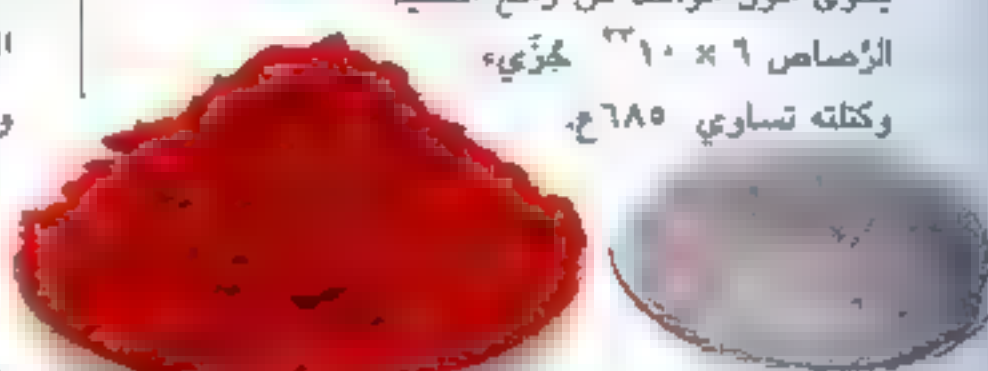
تكافؤ العنصر هو عدد الروابط  
الكيميائية التي يمكن للذرة تكوينها  
وهو عدد الإلكترونات الذي تكتسبه  
الذرة أو يفقدها أو يساويها به عندما  
تشكل رابطاً كيميائياً. فلتكوين مركب  
ماء، يجب أن يكون مجموع  
التكافؤات لكل عنصر فيه عدداً مُماثلاً.  
لتكوين مركب أكسيد الألومنيوم (ألم، أ) -  
تُشخّذ ذرتان من الألومنيوم مع ٣ ذرات من  
الأكسجين



## المُول

يحتوي الكيميائيون الذرات والجزيئات المتماثلة الصغر  
بكتلة؛ والمُول هو الوحدة المعتمدة لذلك يحتوي  
مُول من أي مادة ٦ × ١٠<sup>٢٣</sup> جسيم، لكن كُتل  
مُول (أي كتلها الذرية أو كتلها الجزيئية) تختلف  
والاستخدام المُول في عدد الجسيمات أشبه باستخدام  
ضئير في وزن لمعرفة عدد قطع الدراهم المعدنية نذل  
أن يقدّمها

يحتوي المُول الواحد من رابع أكسيد  
الرصاص ٦ × ١٠<sup>٢٣</sup> جزيء  
وكتلته تساوي ٦٨٥ غ.



يحتوي مُول الواحد من  
الألومنيوم ٦ × ١٠<sup>٢٣</sup> ذرة. وكتلته تساوي ٢٧ غ. وقد  
شغفي العدد ٦ × ١٠<sup>٢٣</sup> ثابت أو عدد أفوجادرو.

## لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- الحلول الطوري للعناصر ص ٣٢
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٤



# التفاعلات العكوسة



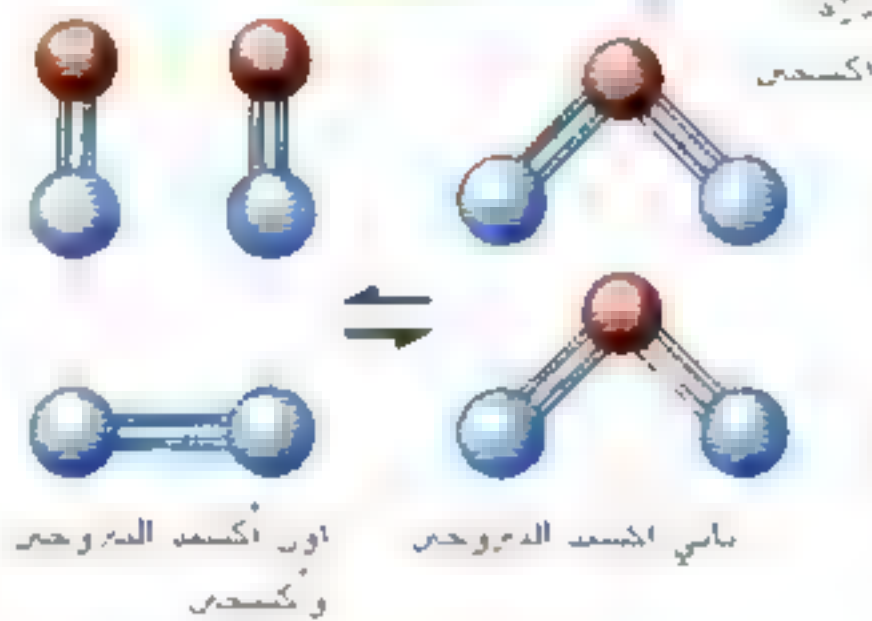
من العبت طبقاً تصنيغ كتلة خشية من الدخان والرماد اللدين نتحا عن احتراقها! فمعظم التفاعلات الكيماوية، كالاحتراق، تجري في اتجاه واحد فقط؛ وهي تفاعلات لا عكوسة - إذا ما حصلت فلا يمكن إعادة مُتجاتها إلى ما كانت عليه. لكن هذا لا يطبق على كل التفاعلات الكيماوية، إذ يمكن أحياناً عكس التغير الحاصل. فمثلاً، عندما تُضاف مادة قلوية، كصودا الغسيل، إلى عصير الملفوف الأحمر يتحوّل لونه إلى خضرة مُزرقة. وإذا أُضيف حامض، كالخل، إلى العصير المُخضّر، يعود العصير إلى لونه الأحمر ثانية. إنّ تفاعلات كهذه هي تفاعلات عكوسة ذات اتجاهين - قدماً (كتحوّل العصير الأحمر إلى الخضرة) وعوداً (كتحوّل العصير الأخضر إلى الحُمرة)؛ وكلاهما في الواقع يحصلان معاً في الوقت نفسه، غير أنّ ظروف التفاعل قد تجعل أحدهما أسرع من الآخر.

## حالة التوازن

التفاعل العكوس يبدو بعد فترة كانه متوقف، والحقيقة أنّ التفاعل، قدماً وعوداً، مُستمران لكن بالسرعة نفسها، أي أنهما في حالة توازن كيماوي. وهذا يشبه واقع المركبة (مكة الركض) حيث يقف في مكانك إذا ركضت بسرعة تعادل سرعة المركبة؛ وإذا ساعدت تحذ نفسك في تراجع، وعليتك لا تبرد من سرعتك لإعده التوازن ثانية.

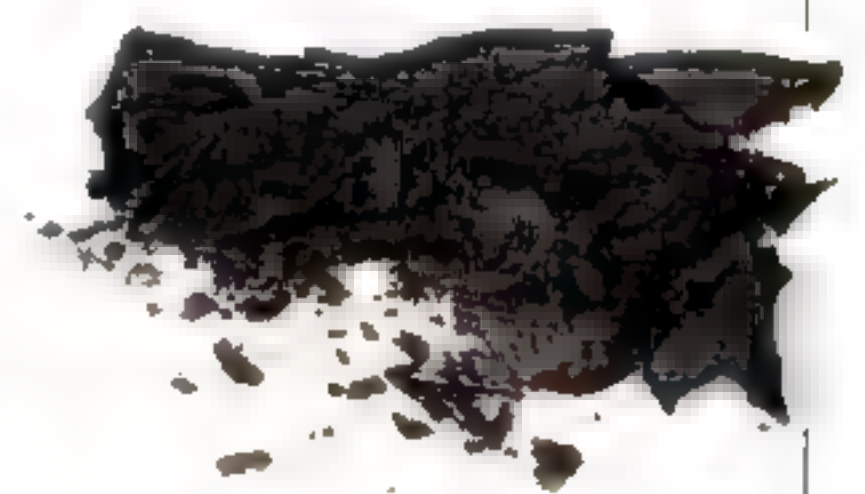


**ثاني أكسيد النروجن**  
إذا سُخّر عار ثاني أكسيد نروجن أشي اللون، ينهب لونه تدريجاً حتى يصبح عادماً يلمون على درجه حراره ٦٢٠° من وذلك لأنه يعكس إلى عاري أول أكسيد النروجن وأكسجين؛ وكلاهما عديم اللون. وعند اسرود يعكس هذا ليعبر



## مبدأ لوشاتلييه

إنّ أيّ تفاعل في درجه احمرار واضعظ أو تركيز، خلال تفاعل عكوس، يُغير سرعة التفاعل قدماً أو عوداً. فبالسرعة، مثلاً، برداد سرعة التفاعل الطرد لحراره، لإبطال لاسرود. وهذا يُخصص هذه الظواهر في مند لوشاتلييه الذي ينص على أنّ «التغير الواقع على تفاعل في حالة التوازن يؤدي إلى اتجاه التفاعل في السحى الذي يُطْلَق تأثيراً ذلك التغير».



## تغير لا عكوس

عندما يتخرف الورق يتبع لسي أكسيد الكربون وماء ويساج. وهذه المُتجات لا يمكن إعادةا إلى وري نية، لأن الاحتراق تفاعل لا عكوس



## هنري لوشاتلييه

لوشاتلييه (١٨٥٠-١٩٣٦) عالم باريس المولد، عمل بضغ سوات كهندس ماحم قبل تنده إلى التعليم في جامعة باريس وترتبط شهرته العمية بالمدى المعروف الذي يحمل إسمه

تفاعل في حالة التوازن أن سرعة التفاعل قدماً تساوي سرعة التفاعل عوداً



إذا أُضيف مزيد من المُتجات، فسرود سرعة التفاعل الواقع لاستنفاد المواد المُضافة.



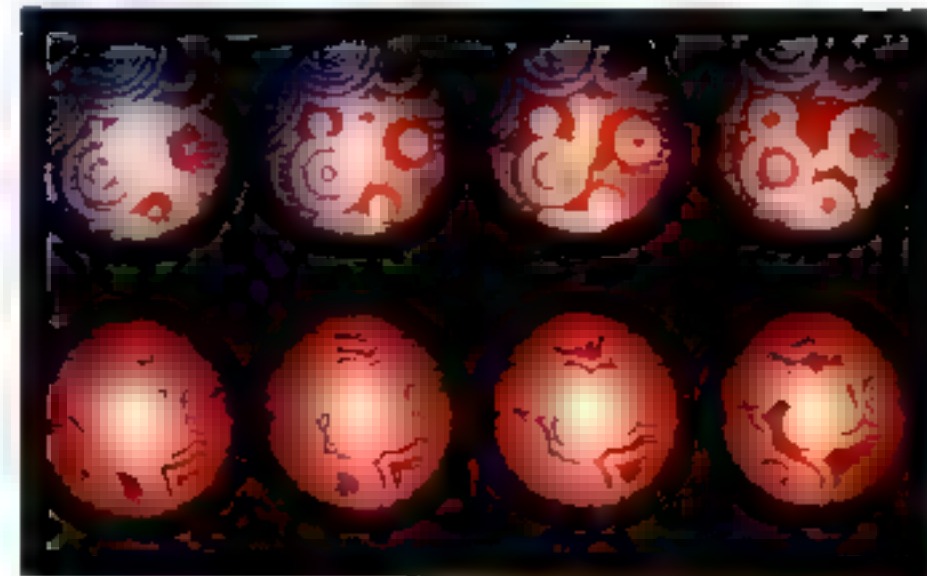
إذا أُضيف مزيد من التفاعلات، فسرود سرعة التفاعل قدماً لاستنفاد التفاعلات المُضافة.



## لزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- النروجن ص ٤٢
- الأكسجين ص ٤٤
- التفاعلات الكيماوية ص ٥٢
- سرعة التفاعلات ص ٥٥
- قياس الحفصه ص ٧٢
- الأموي ص ٩٠

أجنت هذه الصورة لاثين من تفاعلات الساعات الكيماوية. على فترات بين الواحدة منها والأخرى دقيقة؛ وهي تُدب حركة استوحات اللونية أثناء التفاعل



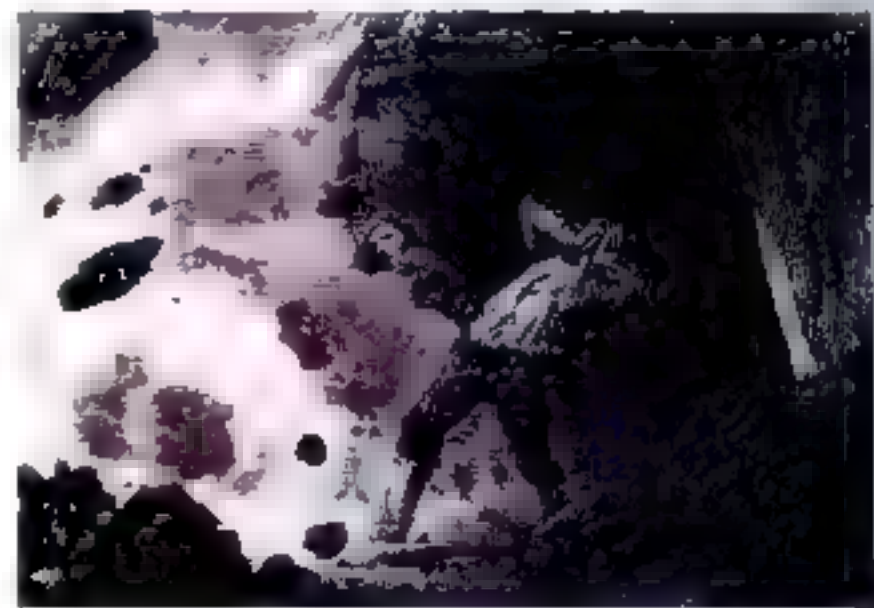
## الساعات الكيماوية

بعض التفاعلات العكوسة لا تستمر على موازٍ؛ فإذا ما استادت نواصل برحجها أفلاً وندبر ويُحدث هذا أحياناً تغيرات لونه مذهبه. وفي اللحظة التالية يُصبح أحمر اللون. وكون برشح هذه التفاعلات يحدث في فترات زمنية مُنظمة، فقد أطلق عليها اسم «الساعات الكيماوية»



# سرعة التفاعلات

تَحْصِلُ الانفجارات بِسُرْعَةٍ فائقة، أما التفاعلات الأخرى فأبطأ كثيراً - فقد لا يظهر الصداً على دراجة جديدة قبل عدة سنوات. في حياتنا اليومية كثيراً ما نرغب في تغيير سرعة تفاعل ما؛ فنحن نضع اللبس في الثلاحة لكي نبطئ سرعة احمضاضه. كذلك يريعتُ الكيميائيون أيضاً في التحكم بِسرعة التفاعلات - فالصناعيون منهم يودون تسريع



تفاعل الفحم  
قطعة الفحم الكبيرة لا تتفاعل مع الهواء إلا ببطء إشعالها، لكن مربيها من دفاق الفحم والهواء يتفاعل بسرعة مُفجّرة؛ كما في انفجارات الساحم. وذلك لأن المساحة المتوفرة على التفاعل في ذوق الفحم كبره جداً



تفاعل خربشات الأكسجين  
خشبنا الفحم مسطحة  
خربشات الأكسجين ذرة جداً

«أوتوري» حُفّة رخل عمزها  
2 سنة، وحدث  
محفوفة صم منلحة  
صحمه دير ايطالب  
واسمسا عام ١٩٩١  
والفرض ان يكون  
الحسد قد تحول الى  
هبتل عظمي مار، لكن  
درجة الحرارة الحفيدة  
سُطات انحلال

## تأثير درجة الحرارة

تُسرعُ معظم التفاعلات بارتفاع درجة الحرارة. وذلك لأن عدد الجسيمات المتفاعلة تزداد بارتفاع درجة الحرارة وتزداد سرعتها كذلك. وهكذا تزداد احتمالية ارتطام بعضها ببعض بمقدار من طاقة كافٍ لإحداث تفاعل. أما باحساس درجة الحرارة، فننظر جميع التفاعلات الكيميائية؛ وهذا هو سبب استخدام التلحاحات لحفظ الطعام

## تأثير الضوء

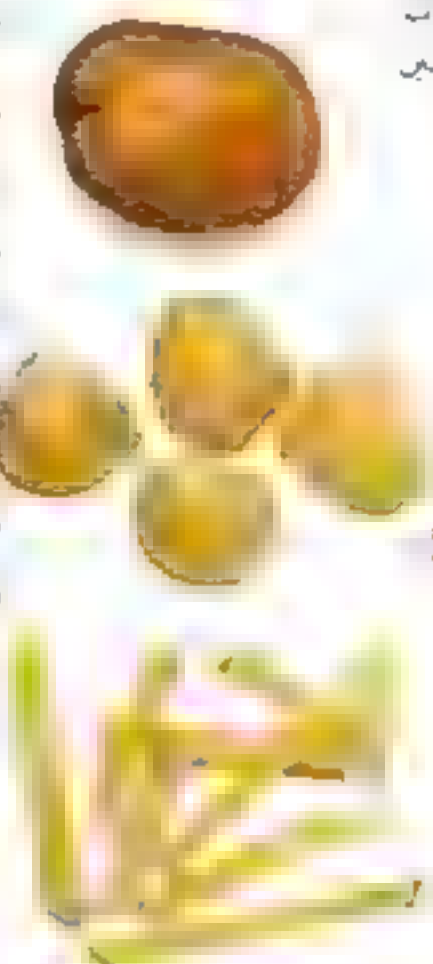
الدرس لنحولة حيوية تحلل  
في ضوء الشمس الساطع  
بسرعة أكثر من انحلالها  
في حوائث المطبخ. ذلك  
لأن بعض التفاعلات  
تسرعُ بالضوء. ونمث  
الضوء بحدس الجفاعة  
وهذا يزيد من حركتها



تأثير مساحة السطح  
مساحة السطح بحجم  
حامد هي محمل مساحة  
سطوحه الحارحة، وهذه  
تؤثر في سرعة التفاعل

مشراح الطاف مثلاً، اسرعُ بضخا عد  
الغلي من الفقع الكسره، لأن سطوح  
الجسيمات المعرضة لها للتفاعل مع  
أرب الحار أكثر مساحة بكثير

تنضج البطاطا عادة مغمورة في  
زيت القلاة، والمعروف ان قطع  
البطاطا الكبيرة يترتها وقت أكثر  
بكثر من الشرائح، فهذه تنضج في  
ثواب لا نسبة مساحة السطح الى  
الحجم فيها أكثر بكثير



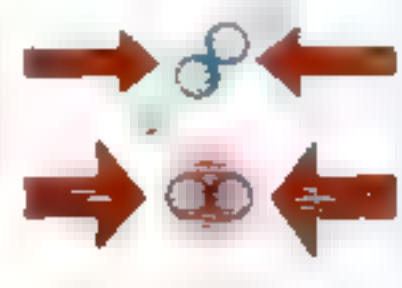
## تأثير التركيز

إذا أردت صنع ماذو ما بسرعة، فعليك استخدام محلول صاع شديد لتركيز. ففي المحلول المركز، كثير جداً من جسيمات الصاع المداية ليتصادم مع المادة ونسب التفاعل. أما في المحلول الممتد، الحاروي فنة من جسيمات الصاع، فسرعة التفاعل، بالتالي، بطيئة. والسبب نفسه، فإن عملية الاحتراق في هواء عالي المحتوى الأكسجيني سريعة جداً



## تأثير الضغط

جسيمات الغاز متباعدة كثيراً؛ لكنها بزيادة الضغط تتقارب، وتزداد احتمالية تصادمها لإحداث تفاعل فيما بينها. وفي الأوتوكلاف (الموضدة) يُستخدم الضغط العالي لتعقيم الأشياء بالبخار بسرعة كبيرة



إذا تحانه جسيمان، فقد يرتدآن بدون تفاعل، إلا إذا كان التصادم بقوة كافية لإحداث تفاعل كيميائي.

## نظرية التصادم

يحصل التفاعل الكيميائي حينما تصادم الجسيمات المتفاعلة فيما بينها بقوة (أو طاقة) كافية (هي طاقة التشيط) لتمكين الروابط فيما بينها. وحسب نظرية التصادم هذه، فإن الجسيمات المتصادمة سترتد بعضها عن بعض إذا لم تتوافر لها الطاقة الكافية. وهذا منيل لما يحدث في مياق السيارات القديمة؛ فالسيارتان المتسارعتان لن تُحدثا انقطة المتوقّع ما لم يرتطم بقوة كبيرة جداً

## لمزيد من المعلومات انظر

- الطرية الحركية ص ٥٠
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- الحفازات ص ٥٦
- المحاليل ص ٦٠
- صناعة الكماويات ص ٨٢



# الحفّازات

تُحفّض الحفّازات طاقة  
التشيط الألفة للتفاعل



## مَسَارُ التفاعل

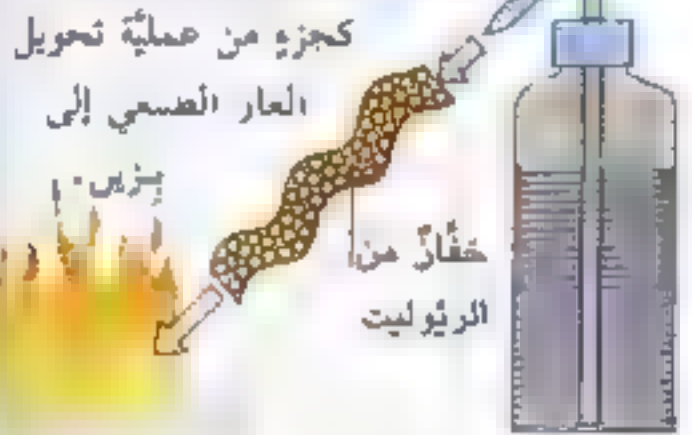
تُسرع الحفّازات التفاعل بتوفيرها مسلكاً  
أسهل لمساره. تخيل سباقاً للدراجات حيث  
يكافح أحد الفريقين لتجاوز فتحة رهوة  
صعوبة، بينما ينزح الفريق الآخر برفل في  
المنحدر دون عناء. فامسلك الرّبوئي  
الأكمي يمثل طريق التفاعل الطبيعي، بينما  
يمثل المنحدر المسار الذي يوفره الحفّاز



في الصورة أعلاه مجموعة من الحفّازات  
المختلفة، المتباينة الشكل والحجم، لكنها  
جميعها كبيرة المساحة السطحية دائفا.

## الميثانول

الميثانول، أو الكحول الميثيلي، سائل صاف  
يمكن تحرقه في قوارير مئة عام بدون أن  
يغير لكتة إذ أمر فوق حمار من الرّبوليت  
المُخمى، يتحول فوراً، بتفاعل كيميائي  
لافت، إلى بنزين. وتستخدم هذا التفاعل  
انهم اقتصادياً في نيوزيلندا

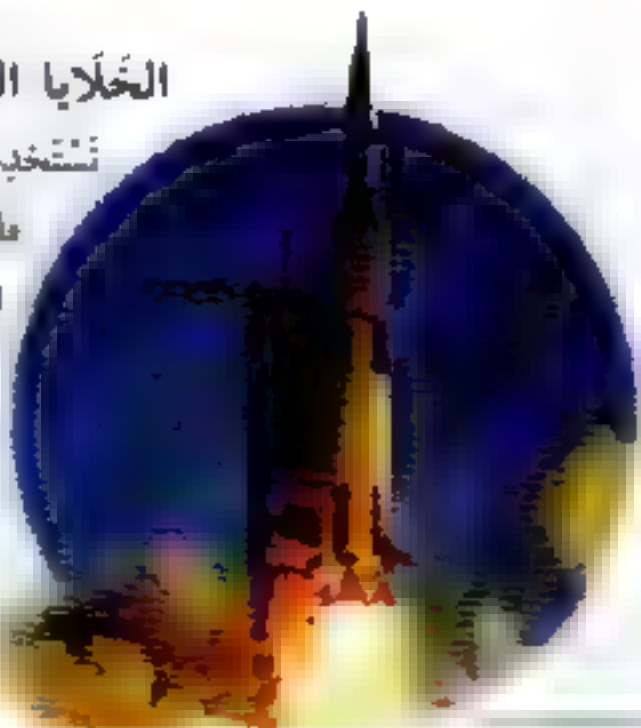


بنزين

ميثانول

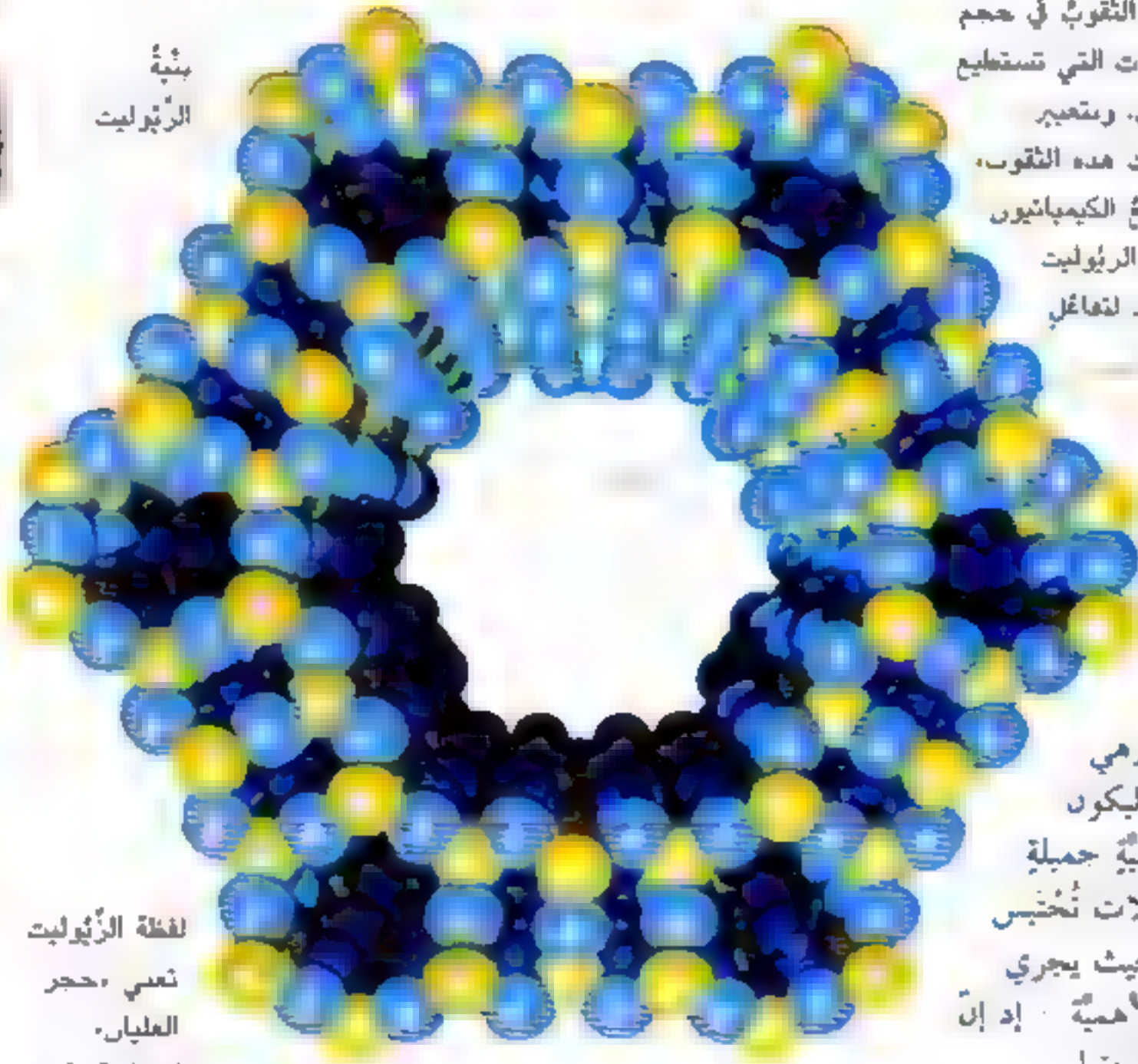
## الخلايا الوقودية

تستخدم الخلايا الوقودية في العربات الفضائية خفراً  
ملياً، هو اللاتين غالباً، لتحويل محزوها من  
الهروجين والأكسجين إلى ماء. وهذا التفاعل  
يولد طاقة كهربائية تُبدأ أجهزة العربة بالقدرة،  
وفي الوقت نفسه يُنتج ماء يفي بحاجة الطاقم  
للشرب والغسيل وإعادة إمداده الطعام. وهكذا  
نرى أنه حتى رواد الفضاء يعتمدون على  
الحفّازات.



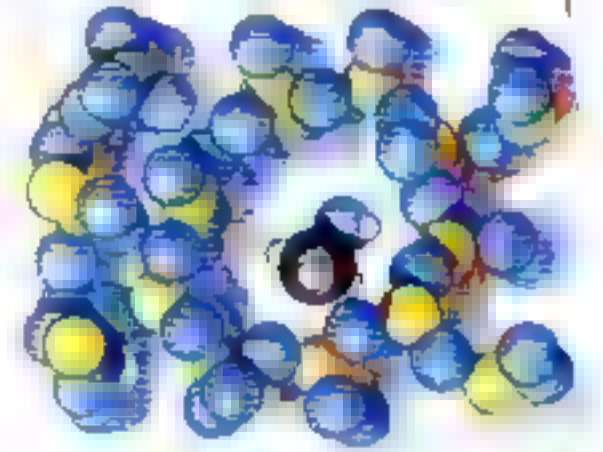
لفظة الرّبوليت  
تسمى «حجر  
العلبان»  
باليونانية لأنه  
عند إحماته يُطلق الماء من ملايين  
الافنية الدقيقة بداخله (ويصبح  
حفّازاً شديد الفعالية)

بنية  
الرّبوليت



تتحكم الثقوب في حجم  
الجزيئات التي تستطيع  
الدخول. ومتغير  
مقاسات هذه الثقوب،  
يستطيع الكيميائيون  
تخليق الرّبوليت  
المناسب للتفاعل  
معيّن.

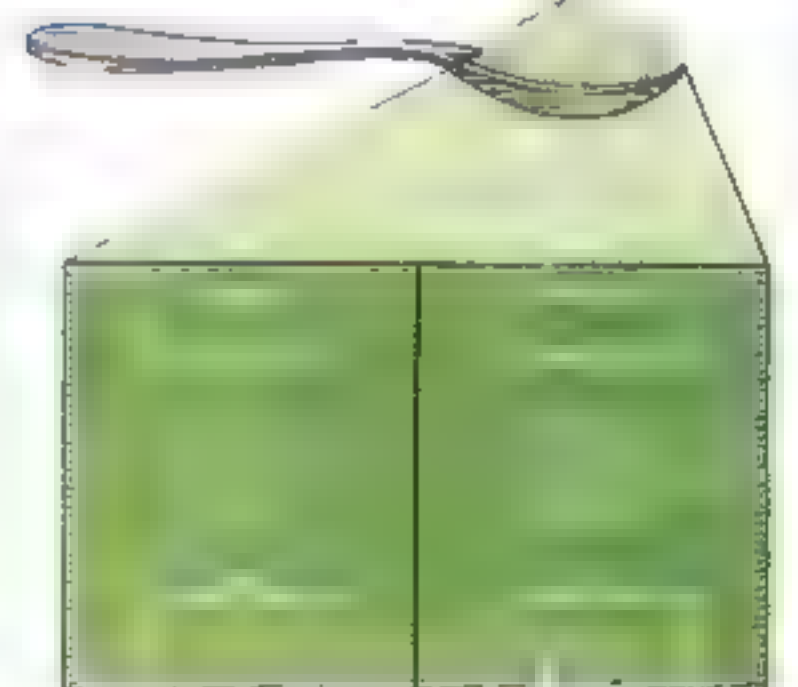
جزيء متفاعل مُختبَر في  
ثقب الرّبوليت



## الرّبوليتات

الرّبوليتات طائفة مذهشة من  
الحفّازات توجد طبيعياً في الصحور  
البركانية، كما يمكن تصنيعها أيضاً. وهي  
تتألف عادة من ذرات الألومنيوم والسليكون  
والأكسجين مترابطة معاً في شبكة تُخربية جميلة  
تحتوي ملايين الثقوب. فخلال التفاعلات تُختبِس  
الجزيئات المتفاعلة في هذه الثقوب حيث يجري  
تفاعلها. إنّ حجم الثقوب أمر بالغ الأهمية. إذ إنّ  
ذلك يسمح لجزيئات من حجوم مُعيّنة فقط  
بالدخول لإجراء التفاعل الكيميائي.

الثقوب في ملعقة كبيرة من الرّبوليت توفر  
مساحة تفاعل تُعادل مساحة ملعب لكرة القدم.



## مساحة السطح

تعمل معظم الحفّازات بتغريب المتفاعلات  
واحدتها إلى الآخر عن طريق تشكيل  
روابط مؤقتة مع أحدهما أو كليهما  
لذا فمن المهم جداً أن يكون الحفّاز ذا  
مساحة سطح كبيرة لأنّ هذا السطح هو  
المكان الذي تجري فيه التفاعلات.  
مثلاً، مساحة الثقوب في ملعقة كبيرة  
من الرّبوليت تعادل مساحة ملعب  
مُخمّن لكرة القدم.



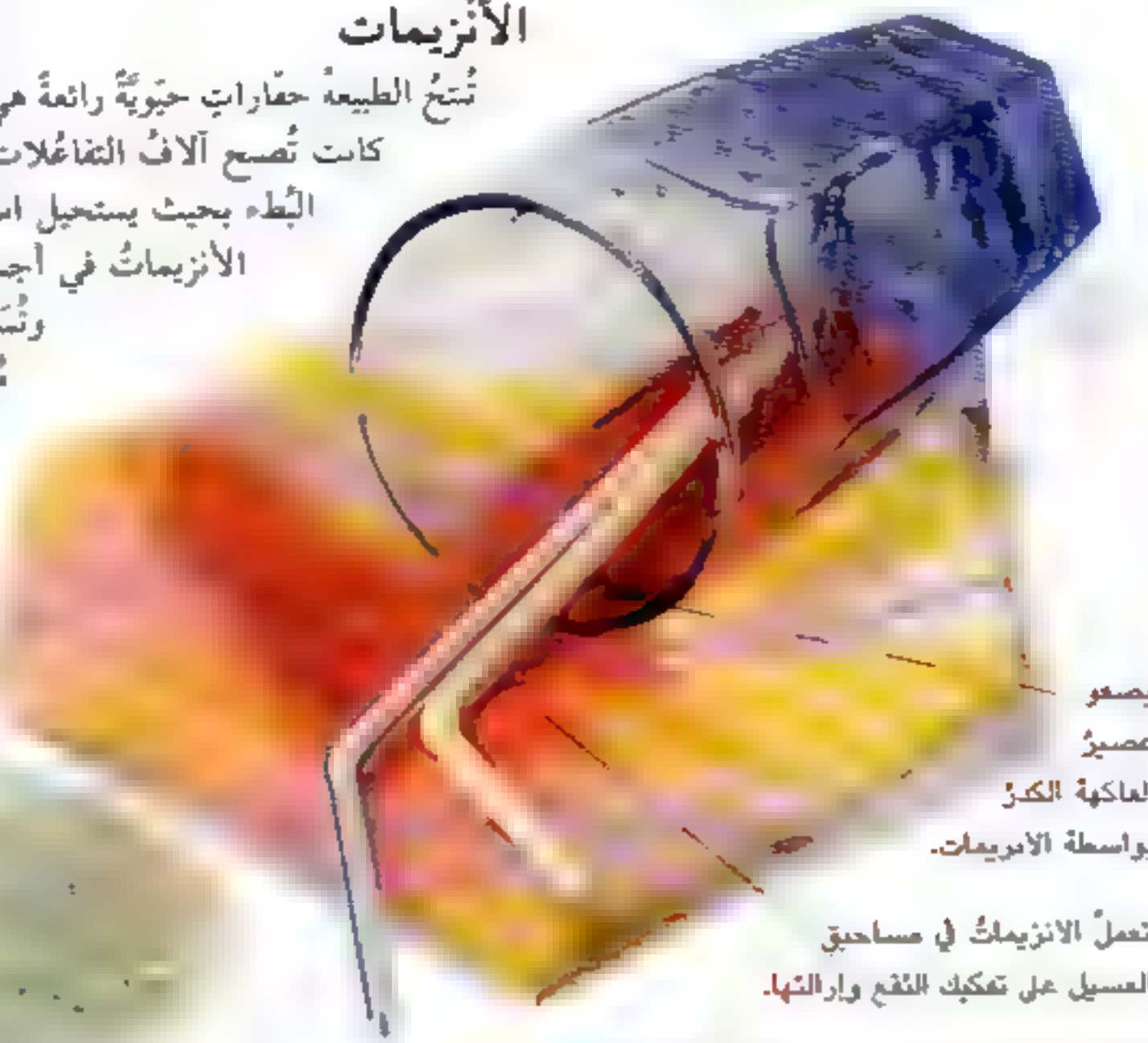
## فلهلم أوستوولد

فلهلم أوستوولد (١٨٥٣-١٩٣٢) كيميائي ألماني، أجرى أبحاثاً حول الحفازات في وقت كانت فيه فكرة إيجاد مادة كيميائية تُغيّر سرعة تفاعل ما مُثيرة للدهشة. غير أنه ثابر على عمله وبيّن للعالم الأهمية الفائقة للحفازات بتطويره طريقة لتحويل الأمونيا إلى حامض النتريك وفي عام ١٩٠٩، مُنح جائزة نوبل للكيمياء.



## الأنزيمات

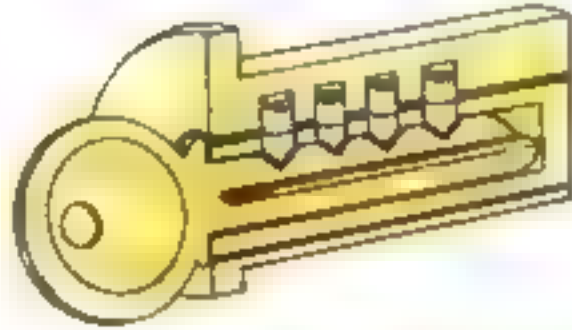
تُنتج الطبيعة حفازات حيوية رائعة هي الأنزيمات، التي بدونها كانت تُصنع آلاف التفاعلات في الجسم البشري من البطء بحيث يستحيل استمرار الحياة. تُحيز الأنزيمات في أجسامنا انحلال الطعام وتساعد في تخليق كيماويات مهمة كالبروتينات كما تُستخدم الأنزيمات اليوم أيضاً لتصنيع الأدوية ومساحيق العسيل وعصير الدكهة.



يصنع عصير العاكهة الكرز بواسطة الأنزيمات.

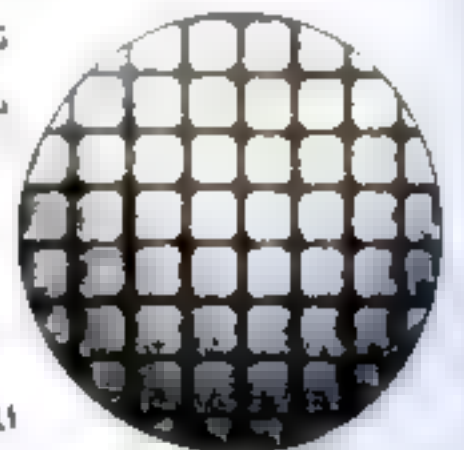
تعمل الأنزيمات في مساحيق العسيل على تفكيك النقع وإزالتها.

الأنزيم، سحاف عبره من الحفازات، يغير نوعاً معيناً من التفاعلات فكما المفتاح الصحيح فقط يلائم قفلاً معيناً، كذلك يجب أن تتلاءم الجزيئات المتفاعلة بدقة مع خزيء الأنزيم.



**مساحيق الغسيل الأنزيمية**  
تحتوي مساحيق الغسيل البيولوجية حفازات أنزيمية تُساعد في تفكيك البقع وإزالتها. وهذه المساحيق غير فعالة في الماء البارد لأن درجات الحرارة العالية تقتل الأنزيمات.

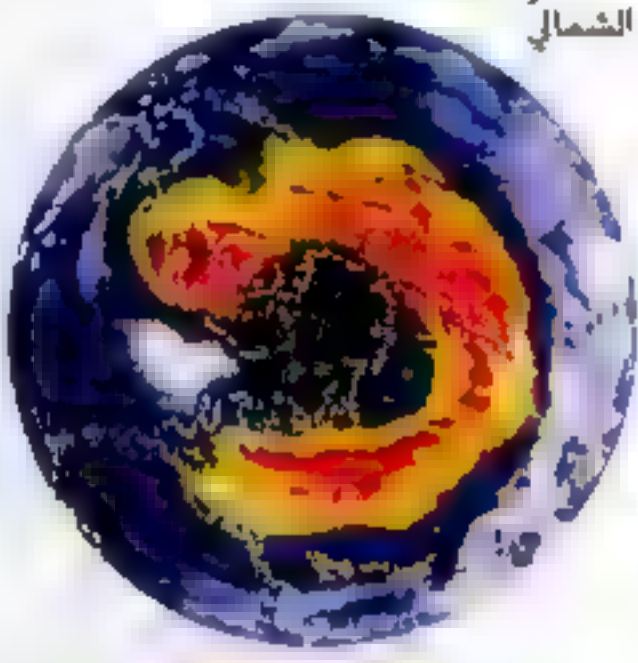
توجد داخل المحوّل سُرّ تحروميّة مطلقة ببطقة رقيقة من فلزيّين أسلّتين والروثيوم - وهما عنصران الحفّاز في المحوّل.



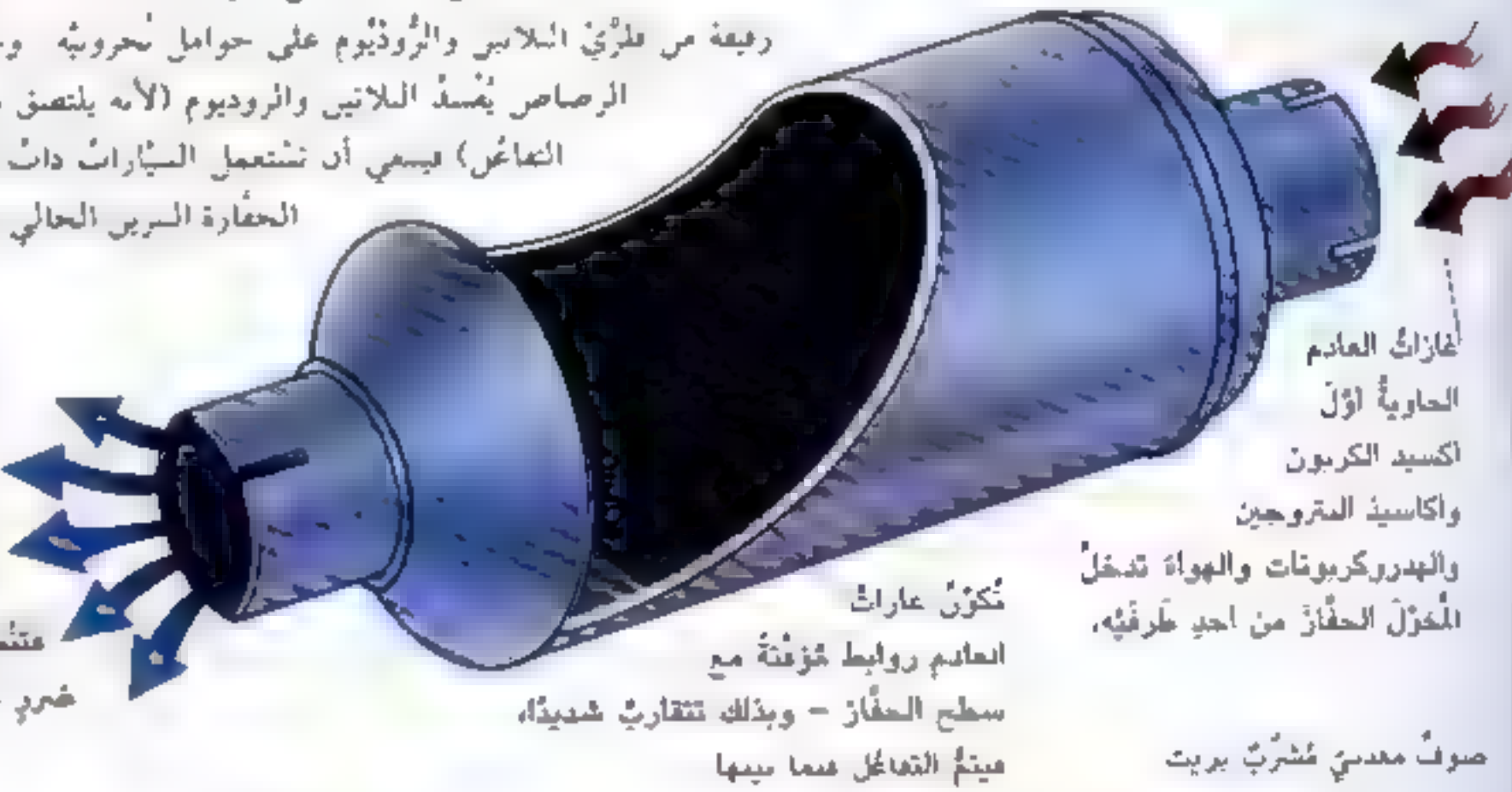
## المحوّل الحفّاز

تحتوي بعض السيارات محوّلًا حفّازًا هذا المحوّل يُحجّل عارات العادم السامة الملوّثة للهواء إلى عارات أقلّ ضرراً. ويتألف المحوّل من طبقت رقيقة من فلزيّين السلاس والروثيوم على حوامل تحروميّة. وحيث إنّ الرصاص يفسد السلاس واللاتين والروثيوم (الأمّ يلتصق بهما ويمنع التفاعل) فيسمى أن تستعمل السيارات ذات المحوّلات الحفّازة السريس الحالي من الرصاص.

طبقة الأوزون فوق القطب الشمالي



يُحجّل المحوّل أوّل أكسيد الكربون والهيدروكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، كما يُحوّل أكاسيد النتروجين إلى نتروجين - فتنتقلُ المنتجات إلى الهواء دون ضررٍ يُذكر.



غازات العادم الحاوية أوّل أكسيد الكربون وأكاسيد النتروجين والهيدروكربونات تدخل المحوّل الحفّاز من أحد طرفيه.

تكوّن عارات العادم روابط خفيفة مع سطح الحفّاز - وبذلك تتقارب شديداً، فيتمّ التفاعل فيما بينها.

صوف معدني مشرب بريت البرافين (الكروسين)

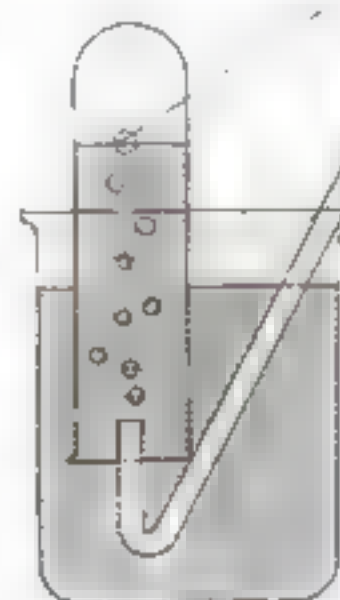
قطع حرف حبيبي

حرارة

## التكسير في المختبر

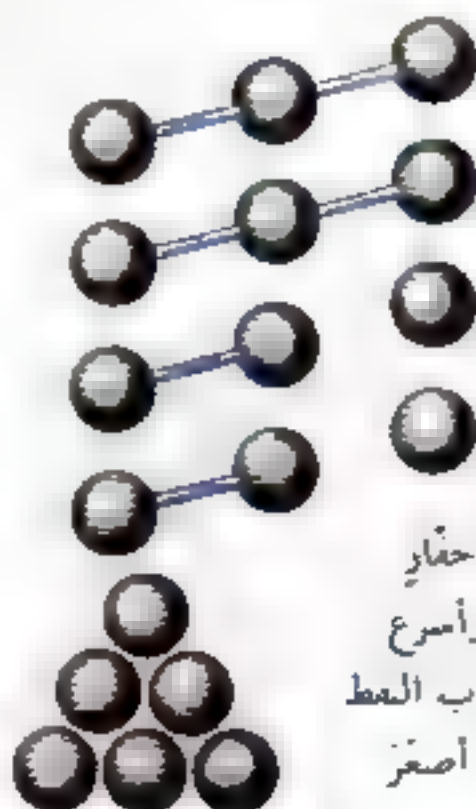
يمكن استحضار قطع الحرف الصيني كحفّاز لتفكيك زيت البرافين؛ ويُعرف هذا التفاعل بالتكسير. فإذا أحمى الصوف المعدني المشرب بريت البرافين في أنبوب اختبار بحيث يمرّ الزيت فوق الخزف الصيني، فإنّ روابط جزيئات الزيت الكبيرة تتفكك وتكوّن جزيئات عارية أصغر وأحفّ يمكن تجميعها.

لفاقيع الغاز هذه هي جزيئات بترولية أصغر من جزيئات الزيت الكبيرة.



## التكسير بالحفّاز

الجزيئات المولدة من سلاسل طويلة من ذرات الكربون تُصنّع أكثر إعادة إذا ما أُخفيت وقُصّت إلى قطع أصغر. إنّ عملية التكسير هذه تتطلّب درجات عالية جداً من الحرارة؛ لكنها تستخدم حفّاز كالزئوليت، تصنّع أسهل وأسرع وهكذا يمكن تحويل جزيئات المعط الحام الكبيرة إلى جزيئات أصغر أكثر إعادة كجزيئات البرين.



## حفّاز انحلال الأوزون

الكلور الناتج عن تفكك العارات لكربونية، المُهلجنة بالكلور والفلور، هو الحفّاز لعمال في إتالة الأوزون إلى أكسجين في طبقات الجوّ العليا. وككّل الحفّاز، يبقى لكلور على حاله في نهاية التفاعل، فيتابع تفكيك المزيد من الأوزون. وهذا هو سبب انتق الخطير في طبقة الأوزون في أعالي الجوّ.

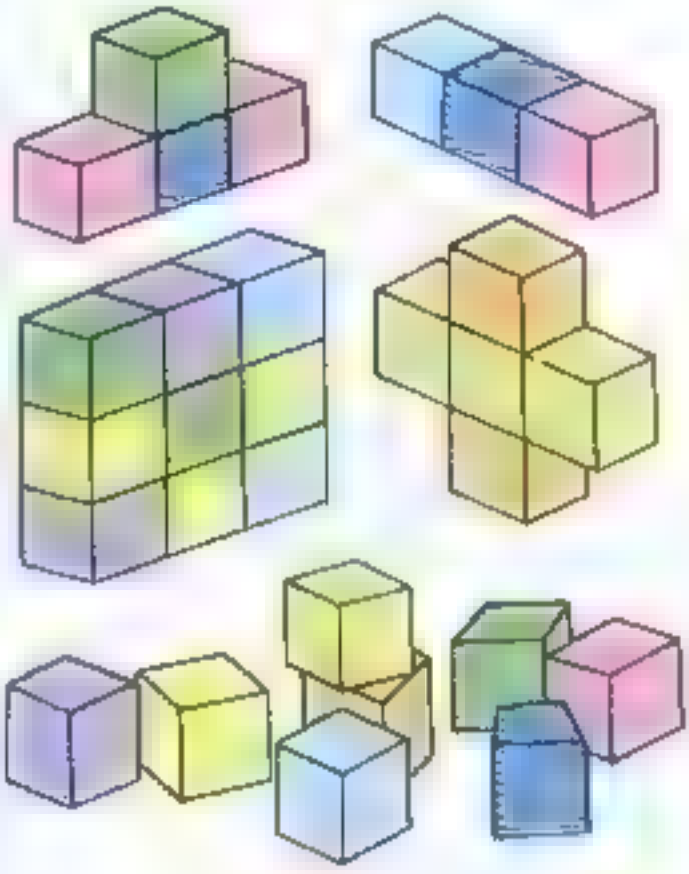
### لمزيد من المعلومات انظر

- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- سرعات التفاعل ص ٥٥
- المركبات والمركبات ص ٥٨
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- مُنتجات النفط ص ٩٨
- الهضم ص ٣٤٥



# المركبات والمزيجات

قلما تتواجد العناصر حرة في الطبيعة؛ فمعظم المواد تتألف من عنصرين أو أكثر ترابطت ذراتها بطرق وتفاعلات كيميائية مختلفة لتكوين المركبات. وهذه من العسير جدًا فصلها بعد ذلك إلى مقوماتها. حُرَيء الماء، مثلاً، يتألف من ذرتي هيدروجين مُتحدتين مع ذرة واحدة من الأكسجين. إن اتحدت العناصر كيميائياً لتكوين المركبات يختلف اختلافاً جذرياً عن مجرد مزج المواد معاً للحصول على مزيج - حيث تختلط العناصر أو المركبات المختلفة دونما تفاعل كيميائي، كما هو الحال في مزيج من الماء وبعض المركبات كملح الطعام. تتميز المواد لتكوين المزيج بأي نسبة وتحتفظ المقومات بخواصها، بخلاف مقومات المركب؛ لذا يمكن فصل المزيجات إلى مكوناتها المختلفة بطرق سهلة.



## كُتْلُ البناء

كما تُستخدم حُرُوفُ الهجاء في بناء ملايين الكلمات، هكذا تُستخدم العناصر في تكوين ما لا يُحصى من المركبات المختلفة. فالعناصر هي كُتْلُ البناء الطبيعية المُستخدمة في تكوين الكثير الكثير من النسي الكيميائية المختلفة.

## الحديد والكبريت

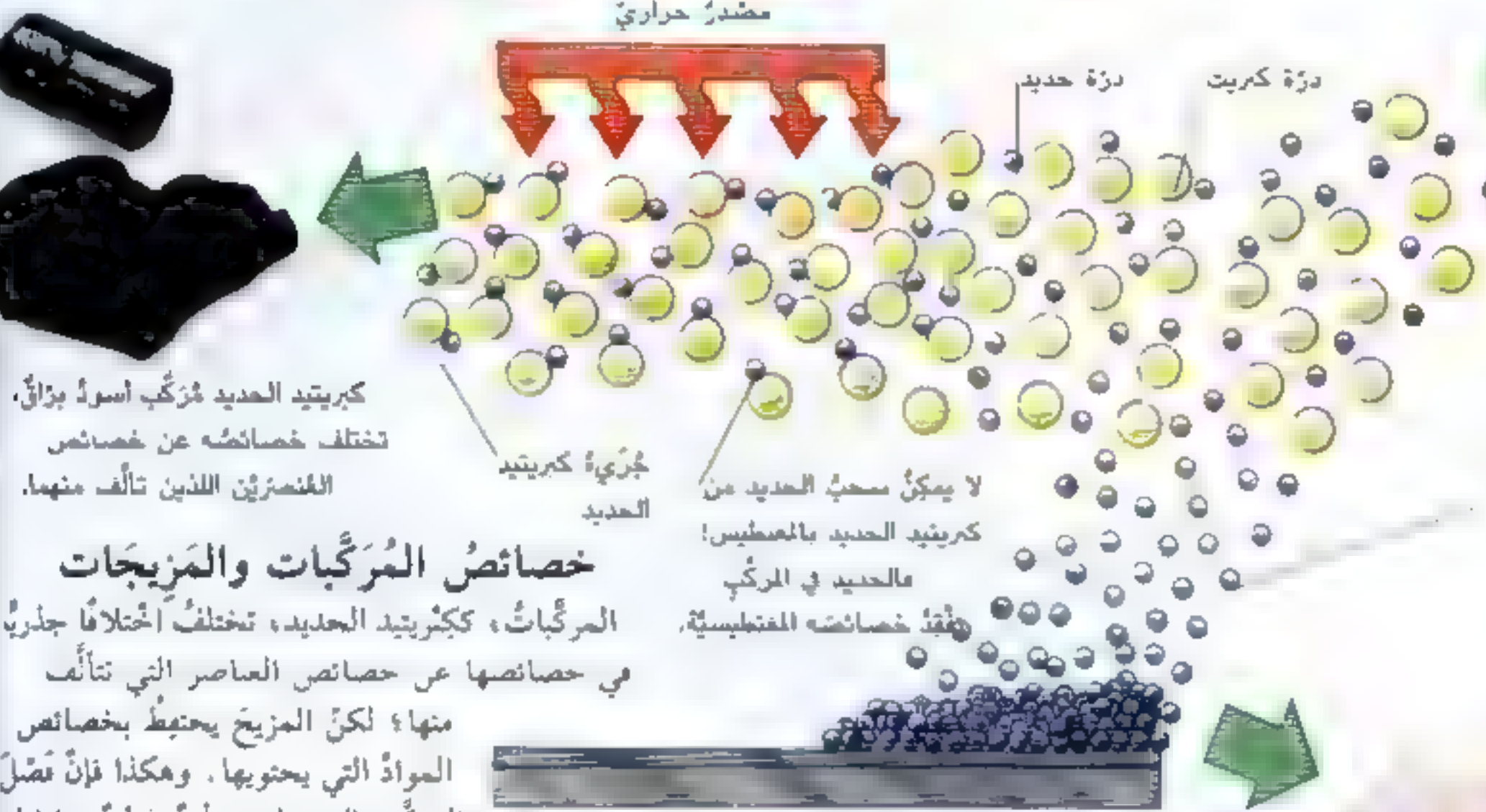
في مزيج من بُرادة الحديد والكبريت نَظُرُ الذرات مُفصلة، ويحتفظ كلٌّ من الحديد والكبريت بخواصه المُتميزة. أما عند إجماع المزيج، فيحصل تفاعل كيميائي يُنتج مُركباً أسود هو كبريتيد الحديد. وهذا المركب يحوي ذرات الحديد مترابطة كيميائياً مع ذرات الكبريت، وهو ذو خصائص مختلفة تماماً عن خصائص المزيج أو مكوناته مُنفردة.



عندما تُمزج بُرادة الحديد مع الكبريت، يَظُنُّ بإمكانك مشاهدة دقائق الحديد السوداء في مسحوق الكبريت الأصفر.

يمكن فصل الحديد في مزيج الكبريت والحديد بالمغناطيس؛ فالحديد في المزيج يحتفظ بخصائصه المغناطيسية.

في المزيج، يمكن فصل بُرادة الحديد عن الكبريت باستخدام المغناطيس.



## خصائص المركبات والمزيجات

المركبات، ككبريتيد الحديد، تختلف اختلافاً جذرياً في خصائصها عن خصائص العناصر التي تتألف منها؛ لكن المزيج يحتفظ بخصائص المواد التي يحتويها. وهكذا فإن فصل المركب إلى عناصره أمرٌ صعبٌ، إذا لم يكن مستحيلاً أحياناً؛ بينما يمكن فصل المزيج إلى مقوماته بسهولة تامة، كفصل بُرادة الحديد بالمغناطيس في مزيج الحديد والكبريت. كذلك فإن المركب يحوي دائماً شيئاً ثابته من العناصر التي تولفه. فكبريتيد الحديد (ح كس) يحوي دائماً حُرُفاً واحداً من الحديد للجزء الواحد من الكبريت. أما في المزيج، فيمكن أن تتغير نسب المواد المختلفة التي يتألف منها.

للذرات مركبات شُعبية مقوماتها من الهيدروجين والكربون.

هناك مركبات ومزيجات عديدة في منظر المدينة الطاهرة في الصورة.

الرُحاح مُركب من السكر والأكسجين.

هياكل السدود مصنوعة من مزيجات طرية تُدعى سبائك.



## قانون النسب الثابتة

يُملح الطعام (كلوريد الصوديوم) (ص كل) مُركب يتواجد في ماء البحر ومالح الملح. ويمكن تحضيره في المُختبر لكنه يعي المِلح ذاته. المُركب خُبرته من ذرة واحدة من الصوديوم وذرة واحدة من الكلور ويصغر قانون النسب الثابتة على أن "كل مُركب نقي يحوي دائماً العناصر نفسها بنسب ثابتة بالوزن".

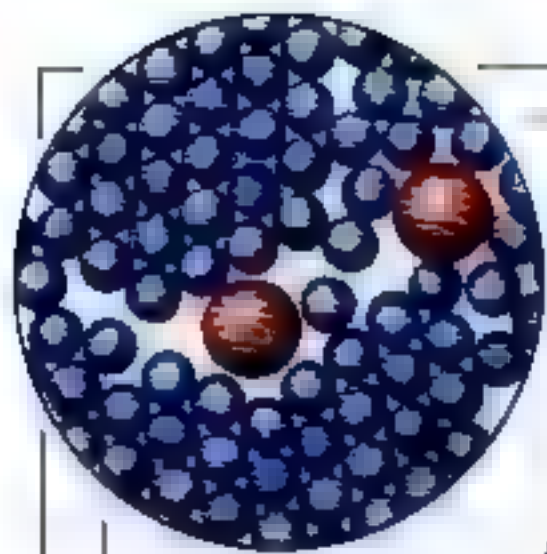


## جوزيف لوي بروس

كان الكيميائي الفرنسي، جوزيف - لوي بروس (1768-1844)، مؤلفاً بتحليل كل ما يقع في مُسأله. فاكشف أن نسب العناصر في أي مُركب هي دائماً ثابتة. ولم يرق ذلك لعلماء عصره، ليُحالته تفاهيتهم لكن بروس كان على حق - فقد اكتشف قانون النسب الثابتة.



## التفاعلات



### السبائك

بعض الأجسام،  
كالعربات الفصائية،  
تُصنع بالضرورة من  
مواد حبيبية ومتينة؛

والعجلات النقية لا تحقق  
هذه المواصفات. لذا  
نستخدم مزيجات من  
المعادن تدعى السبائك -

وهي تُصنع بإضافة كمية قليلة من فلز نقي إلى فلز  
آخر. وحيث إن شكل  
الذرات في المعدن المضاف  
مختلف، فإنها تُغيّر بنية  
الفلز الأصلي وتجعله  
أمتن وأقوى على  
الشد.

مكون الفضاء هذا مشدود  
من سبيكة تيتانيومية.



في تشيلة السلسلة،  
يطفو الزيت فوق  
الحل - كونهما  
سائلين لامرؤحين

الحبة مزيجة من  
سائلين مزوجين هما  
الكحول والماء - فلا  
يفصلان إلى طبقتين.

الحل الشعري مزيج من جامد  
ودهن وماء. فالدهن يحتبس  
الماء ويمسكه من الحركة.

الطحين يشكل مستعلقاً مع  
الماء عند مزجهما معاً. في  
المواد العروانية تكون  
الجسيمات المستعلقة  
صغيرة جداً



نُحاذي المخور مزيج من  
دقائقه العنارية الحامدة مع  
الهواء

الخر مزيج  
من جامد وعار.

دعوة  
الحلاقة  
مزيج من  
سائل وعار.

في  
المشروبات الأرزاء غاز، هو  
ثاني أكسيد الكربون،  
مذاب في السائل.

### التخليق والتفكيك

كثيراً ما يُركَّب الكيماويون خزانات أكثر، وأكثر إفادة، من  
خزانات صغيرة؛ ويُعرف هذا بالتحليل لكنهم أحياناً  
يجدون ضرورة لعمل عكس ذلك فيحدثون خزانات كبيرة  
إلى خزانات صغيرة؛ ويُعرف هذا بالتفكيك

الكحول عار أحضر  
النور ساطع

يُحذَّر الصوديوم مع  
الكحول فينتج كلوريد  
الصوديوم، أي ملح  
الطعام.



الصوديوم فلز  
مضي رمادي  
شديد التفاعلية



أكسيد النحاس (II)  
(نح، أ)



أكسيد النحاس (II) (نح، أ)

مركبات مختلفة من العناصر نفسها  
يُنتج النحاس والأكسجين مركبتين مختلفتين  
أكسيد النحاس (I)، وهو مسحوق أحمر تتر  
يتألف بنسبة جزيئين من النحاس إلى جزء واحد من  
الأكسجين، وأكسيد النحاس (II) الذي يتألف  
بنسبة جزء واحد من  
النحاس إلى جزء  
واحد من الأكسجين  
ولونه أسود رمادي

تتحلَّل ذرة الصوديوم عن إلكترون  
واحد لذرة الكلور، فيُصبح في الغلاف  
الخارجي لكل منهما ثمانية إلكترونات.



ذرة كلور  
إلكترون  
ذرة صوديوم

### إلكترونات الانتقال

تتألف الذرة من نواة يدور حولها عدد من الإلكترونات  
في مستويات أو غلافات متباعدة؛ وتكون الذرة أكثر  
استقراراً إذا احتوت غلافها الخارجي ثمانية إلكترونات،  
وتكون متفاعلة وربما خطيرة بأقل من ذلك. ففي اتحاد  
الصوديوم والكلور تُغيَّر إلكترونات الانتقال مواقعها  
ليُصبح الغلاف الخارجي لكل ذرة من الصوديوم  
والكلور مستقرًا. والمركَّب الناتج عن هذا الاتحاد هو  
ملح الطعام المستقر واللامتفاعل.

فقط الذهب عيار ٢٤  
قريباً هو ذهب نقي  
أما الأقل من ذلك،  
فمزيج من الذهب  
ومعادن أخرى رخيصة.

الذهب عيار ٩ قارب  
يحتوي ٢٧٪ ذهباً فقط.



رغم أن عصير البرتقال الطازج لا يحتوي أي  
إضافات، فالكمباني لا يصفه بالقوة - لأنه  
يحتوي أكثر من  
نوع واحد من  
الخزانات.



المواد النقية كيميائياً تحتوي نوعاً واحداً من  
الذرات أو الجزيئات فقط. فالذهب النقي  
يتألف من ذرات الذهب ولا شيء سواه. وتوصف  
بعض المشروبات أحياناً بأنها «عصير نقي» -  
بمعنى أنها لا تحتوي أي مواد اصطناعية.  
يكن الكيمائي لا يعتبر العصير مادة نقية،  
بل خليط من مركبات متعددة كالماء  
والسكر. فالمزيجات على العموم  
ليست نقية، بخلاف المركبات التي  
تحتوي نوعاً واحداً من الجزيئات.

### تكوين المركب

نُحصد المركبات  
احتلال جذري عن العناصر  
التي تولدتها. فملح الطعام،  
المعروف بالخصائص، مركَّب  
من الصوديوم والكلور - علماً أن الصوديوم فلز خطير التفاعلية مع الهواء  
وأما الماء (الذي يُخفَّف في الزيت)، والكلور عار أحضر اللون شديد التفاعلية  
وسم إذا استُشيق بكميات كبيرة. لكن عندما تتحد ذرات الصوديوم مع  
ذرات الكلور تفقد خصائصها الخطرة والسامة - مُكوِّنة مركباً حديداً هو  
كلوريد الصوديوم أي ملح الطعام المألوف.

### القوة

لمزيد من المعلومات انظر
النسبة الذرية ص ٢٤
الترابط الكيميائي ص ٢٨
العناصر ص ٣١
اتصالات الكيمياء ص ٥٢
المحاليل ص ٦٠
فضل المزيجات ص ٦١
لتحليل الكيميائي ص ٦٢
السبائك ص ٨٨
مشتحضرات التجميل ص ١٠٣



# المحاليل

يبدو ماء البحر صافياً، لكنّه يحوي الكثير من المواد كالأملح وغازات الهواء وسواها مُذابة فيه؛ فهو مثّل على المحاليل التي هي مزيجات من نوع خاصّ تمتاز فيه الجُزيئات المختلفة بالتساوي. وتُحضّر المحاليل عادةً بإذابة جامد في سائل، كإذابة السُكّر في الشاي؛ فالسُكّر يُدعى المُذاب والشاي يُدعى المُذيب. وهناك أنواع أخرى من المحاليل تكون فيها الجوامد والسوائل والغازات مُذابات أو مُذيبات. المحاليل المُركّزة تحوي كميات كبيرة من المُذاب في مقدار مُعيّن من المُذيب. قُرب البرتقال، مثلاً، هو محلول مُركّز نشربه مُحفّفاً بإضافة الماء.



شراب  
العابكه الأزرق هو  
محلول من عصير  
العابكه والسُكّر وثاني أكسيد الكربون.

## محاليل لا سائلة

لهواء محلول عاريّ يحوي الأكسجين وعربات  
أخرى مُذابة في التروجين. ونُصنع السُمن من سياتك  
هي محاليل جامدة من فليز مُذاب في فليز آخر.

يتحدث نور شوحب  
الشخبة إلى طرف  
خري، الماء،  
الشال

## الجُزيئات المُتجاذبة

تعتمد دووينة ماذة في على مدى  
التحادات بين خريبات المُذاب  
وخريبات المُذيب. فالماء مُذيب جيّد  
لأن خريته دو شخبة كهربية  
صنيلة تُمكنه من تكوين  
روابط ضعيفة مع خسيمات  
مشحونة أخرى. بعض  
المركبات، كالأملح،  
تخلط في الماء إلى نوعين من  
الخسيمات المشحونة، تُسمى أيونات،  
أحدهما موجب الشحنة والآخر سالب  
الشحنة. وهذه الأيونات يمكنها أن تشكل  
روابط ضعيفة مع جُزيئات الماء.



خري  
الماء  
لجري  
الماء

نمروج  
الخسيمات  
المُذابة مع  
خريبات الماء.

تستلخدم الاسماك الكتيبات القليلة من الاكسجين المُذابة في الماء لتعيش  
إن الغازات المُذابة في السوائل، على عكس الجوامد، تطلق منها عند  
الإحماء؛ لذا لا تستطيع الاسماك العيش في المياه المُفرطة الدفء.

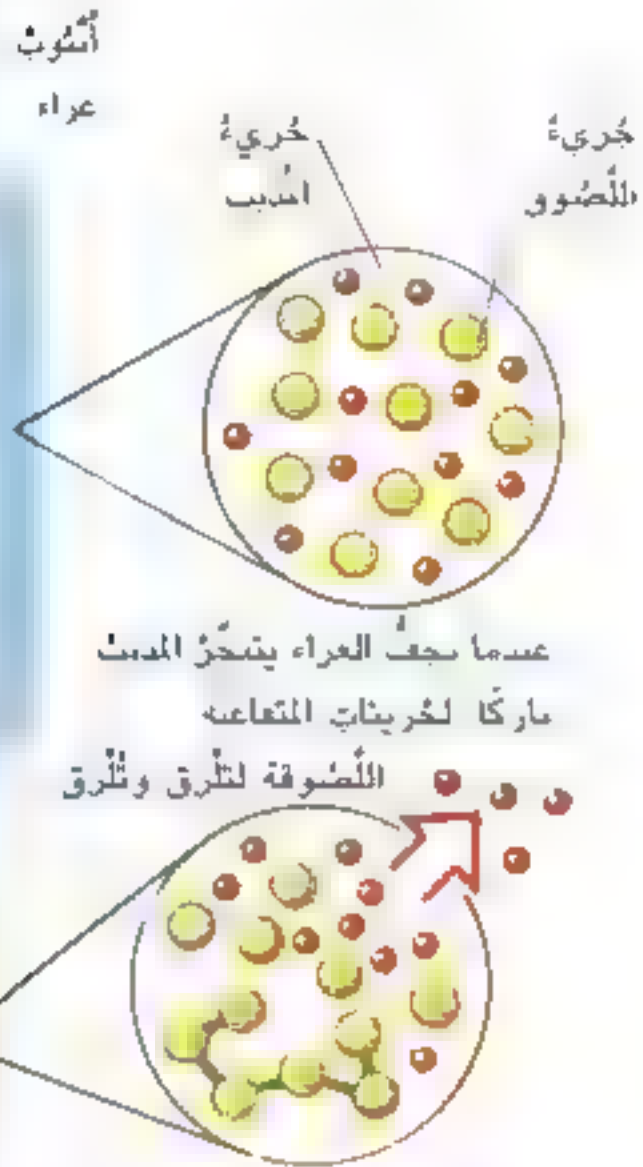


## المُذيب العام

اكتشف الكيميائيون، من خلال تجاربهم، طُرقاً  
لتيّقة الميراث بتدويرها في بعض المُذيبات.  
وهم جهّدوا، عبثاً، في البحث عن «مُذيب عام»  
يذيب كل شيء. ولو نجحوا، نرى أين كانوا  
سيصنعونه؟

## جوامد غير ذوّية

المواد التي تذوب في الماء، كعصير الأملاح، تُدعى موادّ ذوّية أو ذوّية.  
فيه؛ يسما غير الذوّية، كالزئبق والزيت، لا تذوب في الماء. وذلك لأن  
الماء لا يمكنه التغلب على القوى التي تربط جُزيئات الزئبق أو الزيت  
بعضها بعض. لهذه الخريبات يؤثر الفناء مُرابطة فيما بينها على  
الانفصال عن بعضها والامتزاج مع خريبات الماء.



## مُذيبات مُختلفة

يُحسّ المواد لا تذوب في الماء. فبعض أنواع  
العراء مثلاً، تستلزم مُذيبات خاصة (تُدعى مُذيبات  
عضوية) كالأسيتون، لإذابتها. فعندما يهف  
العراء، يتسخر المُذيب ناريّ وراءه جامداً لُصوقاً  
يُعرف لُصقها.

يذوب الهواء الذي يشتملُ على الفُساسون في الدُم  
شُكُوناً محلولاً، فإذا صعد الفُساس فجأةً إلى سطح  
الماء، ينفث الهواء من المحلول شُكُوناً فقاعية  
هوائية في الدُم. وهذه حالة خطيرة تُعرف بالشُخبي.



## المحاليل المُشبعة

يحوي البحر الميت في فلسطين، كميّات كبيرة  
من الملح. وكلما زاد التبخّر ليشدة الحرّ، تتناقص  
كميّة المياه فيما تبقى كميات الملح على حالها،  
فتترسّب بلورات جامدة لعدم وجود مُشبع يُكرّ  
الملح المُذاب. عندما لا تعود المحاليل تُشبع  
لمزيد من المُذاب تكون قد أصبحت مُشبعة.

## مزيد من المعلومات أنظر

- خصائص المادة ص ٢٢
- الترايط الكيميائية ص ٢٨
- الكيمياء العضوية ص ٤١
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- فضل المزيجات ص ٦١
- كيمياء الماء ص ٧٥
- اموذ انصوطة ص ١٠٦



# فصل المزيجات

يستخدم الكيميائيون أساليب تقنية مختلفة لفصل المزيجات، كالترشيح والتقطير والفرز بالطرد المركزي وغيرها. ويعتمد الأسلوب المستخدم على نوع المزيج وعلى خصائص المواد التي يتألف منها. وفي المنارل تستخدم مصفاة لترشيح أوراق الشاي؛ وإذا كانت أوراق الشاي من الحجم الكبير، فيمكن تركها لتستقر في قاع الكوب قبل أن يشرب الشاي. وتعرف هذا النوع من فصل المزيجات بالترويق والتصفيق.



التصفيق

ساحنون عن الذهب في محاري الأتار المشعة، يستخدمون أوعية مسطحة واسعة يعرف حبيب من الرمل والحصص وما سهر ثم يدومون الحليب في أوعية، تستقر في قعره جسيمات الذهب بقيه - إن وجدت، ويصفق اسنان العوجل غير المرغوب فيه بمالة الوعاء بعناية. وفي طريقة التصفيق هذه تفصل المواد المحتقة الكثافة كما تصفق القشدة المطانية (لأقل كثافة) من الحليب



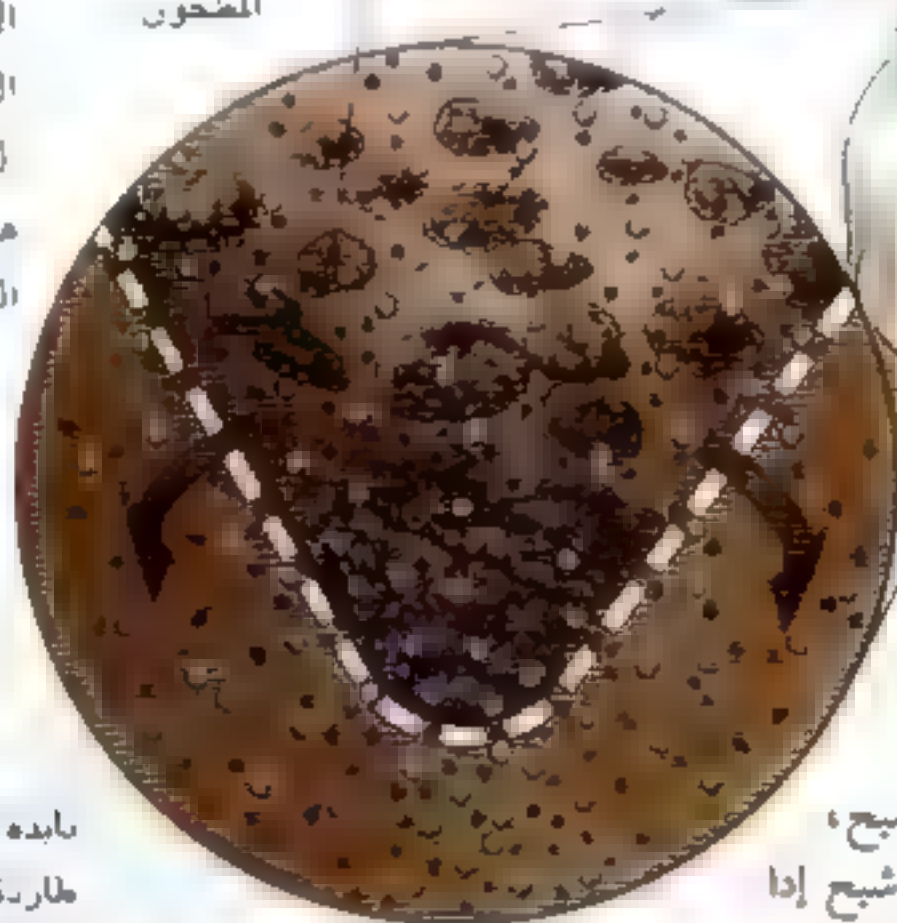
المادة المراد  
مقاومة جافة  
جل  
السليكا

## التجفيف

لحفاظ على حماية المواد في محبيرة، يحفظها الكيميائي في مجفف (وعاء تجفيف) والمجفاف المحكم الشد يحوي مادة ماصة للرطوبة، كجل السليكا، تمتص الرطوبة من الهواء. وكثيرا ما توضع رزم صغيرة من جل السليكا في محافظ الكاميرات لحماية عدسة الكاميرا من الرطوبة. إن عملية التجفيف هذه هي، بمختلف أشكالها، وسيلة بسيطة لإزالة الماء من المواد

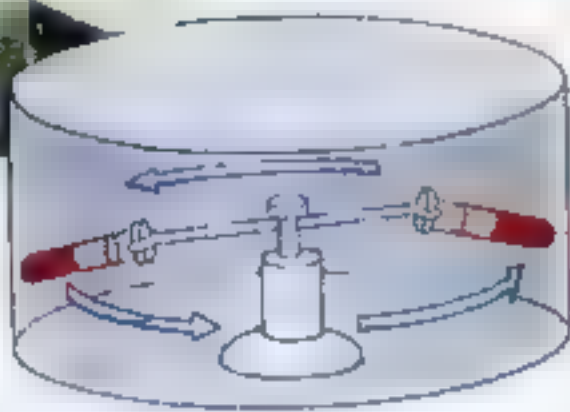
الماء وغدايته فقط تترك غير فسام ورقة الترشيح - بينما تحتحر جسيمات البز الكبيرة

جسيم الماء  
جسيم البز  
المطحون



بابده (مؤارة  
طاربه)

بالندويم السريع  
تهبط لجسيمات  
التقنية إلى قعر  
لابوب



## الطرد المركزي

تفرز السادة، كما المصفاة لتدويمية، مزيجات السوائل والمواد بتدويمها بسرعة عالية. تهبط المواد الثقيلة متحدة إلى القعر، وتعلوها المواد الأقل كثافة. ويسم فرز الدم في أبايب الاختبار بهذه الطريقة لفصل خلايا الدم الثقيلة عن سائل البلازما الأخف.

## التقطير

سحوت ماء البحر بالإغلاء إلى تحار - وإذا نرد التحار بكثف إلى ماء نقي. هذه الطريقة المستخدمة في فصل المزيجات تعرف بالتقطير، وتستخدم حادته للحصول على الخرز السائل من المزيج كما تستخدم أيضا في فصل مزيج من السوائل المتساوية درجة الغليان، وتعرف عندئذ بالتقطير التحريفي أو التفاضلي. فالسائل ذو درجة الغليان الأخفض يتقطر أولا، وذو درجة الغليان الأعلى يتقطر أخيرا



تجفيف المحاصيل بالتشميس



## التبخير والتشخير

يمكن تجفيف العسل بالتشميس، فتحوّل حرارة الشمس الماء في العسل، مثلاً، إلى بخار يتسرب إلى الهواء تارك وراءه الراسب المعصر لسبحر (أو التبخير) وسيلة لإزالة السوائل بالحرارة إن تجفيف الشمر هو مثل آخر على هذه الوسيلة

## لمزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- خصائص المادة ص ٢٢
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- المحاليل ص ٦٠
- التحليل الكيميائي ص ٦٢
- مشتقات النفط ص ٩٨
- الحركة الدائرية ص ١٢٥



# التَّحْلِيلُ الكِيمَاوِيّ

يَعْمَلُ الكِيمَاوِيُّونَ أحيانًا كَشُرْطَةِ التَّحْرِي فِي بَحْثِهِمْ عَنْ دَلَالَاتٍ تَنُمُّ عَنْ ماهِيَّةِ المادَّةِ الحَقِيقِيَّةِ. فكيمياءِي التَّغْذِيَّةِ، مَثَلًا، يُحْرِي اخْتِبَارَاتِهِ لِلتَّحَقُّقِ مِنْ سَلَامَةِ الأَعْذِيَّةِ وَحُلُولِهَا مِنَ السُّمُومِ أَوِ المَكْتَرِيَا. وَيَفْخَصُ كِيمَاوِيّ التَّحَالِيلِ الطَّبِيَّةِ سَوَائِلَ الجِسْمِ كَالدَّمِ وَالبَوْلِ لَاحْتِشَافِ طَبِيعَةِ المَرَضِ أَوِ مُسَبِّبَاتِهِ. وَكيمياءِي البيئَةِ يُحَدِّدُ سَلَامَةَ البيئَةِ بِفَخَصِ عَيِّنَاتٍ مِنَ الهَوَاءِ وَالمَاءِ وَالتُّرْبَةِ دُورِيًّا، وَيُسَجِّلُ مُسْتَوِيَّاتِ التَّلَوُّثِ. وَفِي مَتَاوَلِ العُلَمَاءِ اليَوْمِ وَسَائِلُ تَقْيِينَةِ عَدِيدَةِ وَمُتَنَوِّعَةِ لِتَحْلِيلِ المَوَادِّ وَتَحْدِيدِ مُكَوِّنَاتِهَا. فَالتَّحْلِيلُ التَّوَعِي يُحَدِّدُ مُكَوِّنَاتِ المَادَّةِ نَوْعًا (ماهِيَّةً)، بَيْنَمَا يُحَدِّدُ التَّحْلِيلُ الكَمِّي هَذِهِ المَكُونَاتِ كَمًّا (وَزْنًا).

محبول  
محبول  
التركيز



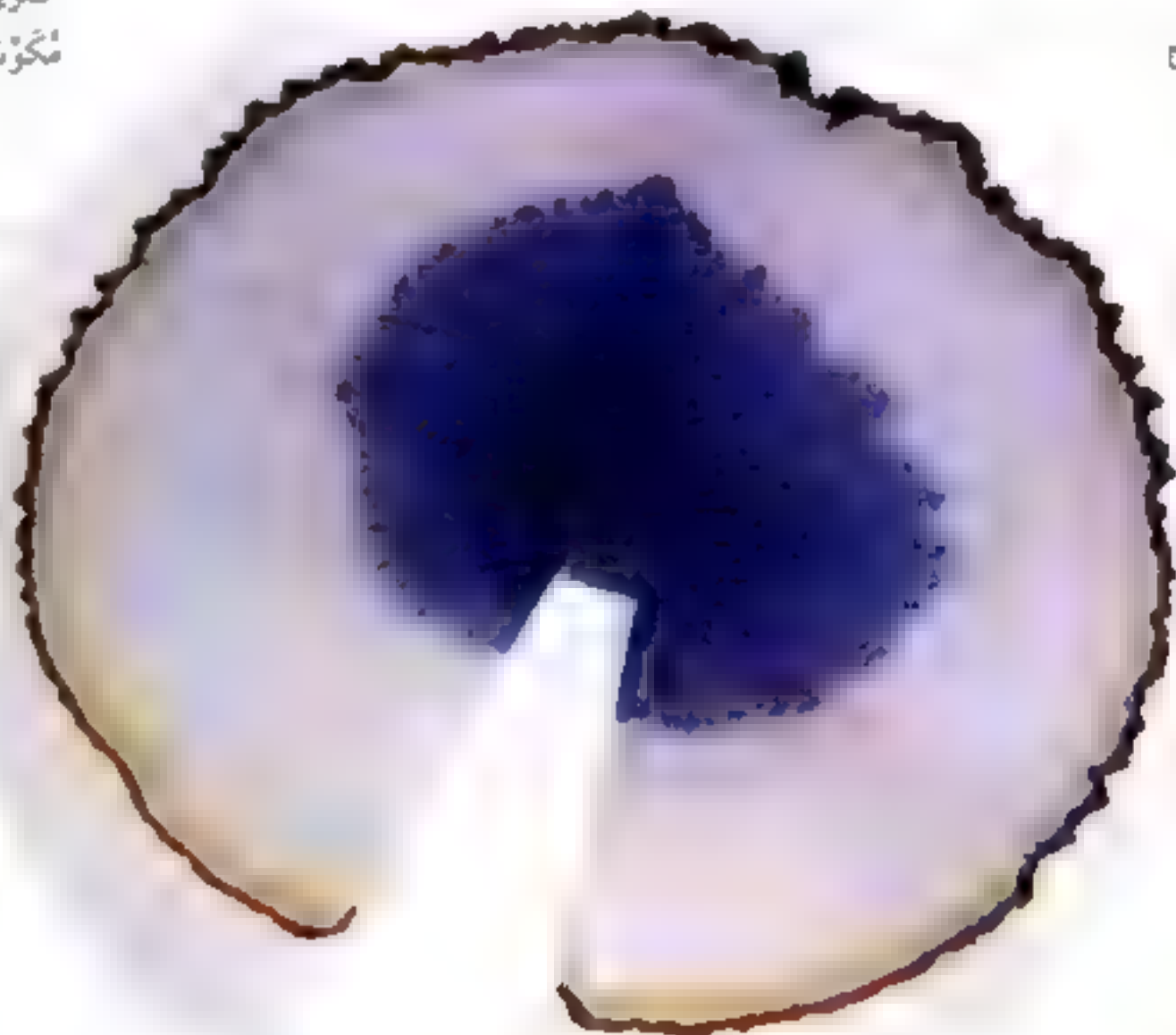
## الاستشراب الغازي

يُستَخدَمُ الكِيمَاوِيُّونَ أحيانًا أساليبَ الاستشرابِ العَرَبِيِّ لِأَفْضَلِ مَرِيجٍ مِنَ العَادَاتِ، فَيَجْعَلُونَ المَرِيجَ يَشْرِي عَنَرِ حَامِدٍ مُعْطِ حَيْثُ تُنَمَّرُ بَعْضُ أَجْزَاءِ المَرِيجِ العَرَبِيِّ بِعَوْدٍ أَكْثَرَ مِنْ سَوَاءٍ، فَيُفَصِّلُ عَنْ مُكَوِّنَاتِ المَرِيجِ الأُخْرَى.

يَظَلُّ الصَّبْغُ الأَرْقَى قَرِيبًا مِنْ مَرْكَرِ الورقة لِأَنَّ اسْجِدَاتِهِ إِلَى الورقة أَكْثَرُ مِنْ سَوَاءٍ.

يَشْرِي الصَّبْغُ الأصْفَرُ نَحْوَ أَطْرَافِ الورقة لِأَنَّ اسْجِدَاتِهِ لِلْمَاءِ أَكْثَرُ مِنْ سَوَاءٍ.

يَحْتَاجُ العُلَمَاءُ إِلَى مَوَازِينٍ حَسَّاسَةٍ لِتَحْدِيدِ وَزْنِ المَوَادِّ الَّتِي يَستَخدِمُونَهَا فِي المَحْتَبَرِ بِدِقَّةٍ. هَذَا النُّوعُ مِنَ التَّحْلِيلِ هُوَ تَحْلِيلُ كَمِّي.



فَحُلُولُ الاخْضَارِ العَدِيمِ اللَّوْنِ يَصْبَحُ أَحْمَرَ وَرَدِيًّا عِنْدَمَا يَكْتَمِلُ التَّغَاغُلُ.



## المُعَايِرَةُ

يُستَخدَمُ الكِيمَاوِيُّونَ المُعَايِرَةَ لِتَحْدِيدِ المَحْتَمَلِ لِقِيَاسِ تَرْكِيزِ المَحْلُولِ، فَحَبْمُونَ المَحْلُولِ بِمَادَّةٍ كِيمَاوِيَّةٍ أُخْرَى مُحَدَّدَةِ التَّرْكِيزِ وَعَدَمُ بِحَصَلِ تَغْيِيرٍ فِي اللَّوْنِ، يَكُونُ لِمَحْلُولِ هَذَا تَغَاغُلُ بِكَامِلِهِ. وَبِحَسَابِ كَمِّيَّةِ المَادَّةِ المَتَغَاغِلَةِ مِنَ المَحْمُولِ العِيَارِيِّ يُمْكِنُ احْتِسَابُ تَرْكِيزِ المَحْمُولِ المُخْتَلَرِ.

لِكُلِّ قُرُوبٍ جَائِسَةٍ دُونَ أَفْرِيدَةٍ وَبِحَسَابِ هَذَا وَحْدِهِ.



## عُلُومُ الطَّبِّ الشَّرْعِيِّ

يُستَخدَمُ عُلَمَاءُ الطَّبِّ الشَّرْعِيِّ بِحَارِبَ عَدِيدَةٍ لِحَلِّ أَسْرَارِ احْتِرَائِهِمْ مِنْ هَذِهِ التَّجَارِبِ، مَثَلًا، بِحَرَّةٍ حَدِيدَةٍ تُعْرَفُ بِسِمَانَةِ دُونَ أ، تُسْتَحْدَمُ فِي كَيْفِ المَاعِلِ مِنْ بَيْنِ نَفْسِهِ نَهْمُ مَحْصَصٍ لِقِطْعَةٍ مِنْ دَمِهِ أَوْ بَعْضِ احْتِلَايَا مِنْ حِلْدِهِ، كَيْفِ السَّوَاخِدَةِ فِي حُجُورِ الشَّعْرِ وَتَعْتَمِدُ هَذِهِ لَطَرِيقَةُ عَلَى الاسْتِشْرَابِ، المَعَامِلَةِ لِلِاسْتِشْرَابِ، لَكِنَّا نَستَخدِمُ مَحْدَلًا كَهَرَبَائِيًّا، حَيْثُ تُفَصِّلُ المَادَّةُ الوَرَائِيَّةُ عَنْ بَقِيَّةِ أَجْزَاءِ العَيِّنَةِ وَبِمَا أَنَّ صَبْغَةَ دُونَ أ فِي هَذِهِ العَادَةِ فَرِيدَةٌ لِلشَّخْصِ دُونَ سَوَاءٍ، نَمَامًا كَيْفِيَّاتِ الأَصْبَاعِ، هَذَا تُسْتَحْدَمُ فِي التَّعْرِيفِ عَلَى المَاعِلِ. وَهَذَا يَبْرُؤُ تَسْمِيَةَ هَذِهِ الوَسِيلَةِ أحيانًا بِتَصَامَاتِ الأَصْبَاعِ الوَرَائِيَّةِ.

## الاستشراب

الْحَبْرُ الأَسْوَدُ هُوَ فِي العَالَمِ مَرِيجٌ مِنْ أَصْبَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ فَعَدَمُ تَصَبُّغِ بَقِيعَةٍ مِنْهُ عَلَى وَرْقَةٍ بِرَشْحٍ ثُمَّ تُصَبِّغُ قَلِيلًا مِنَ المَاءِ، تَنْشُرُ نَقْعَةُ الْحَبْرِ عَلَى شَكْلِ خَلْفَاتٍ مُخْتَلِفَةِ الأَلْوَانِ، كُلُّ حَلْقَةٍ تَحْوِي صَبْغًا مُخْتَلِفًا. وَتُفَصِّلُ الأَصْبَاعُ لِأَنَّ بَعْضَهَا يَلْتَصِقُ بِالْوَرْقَةِ وَيَظَلُّ قَرِيبًا مِنَ المَرْكَرِ، سَمَاءُ بَقِيَّةِ البَعْضِ الأُخْرَى دَانَتْ فِي المَاءِ وَتَنْشُرُ بَعِيدًا عَنِ المَرْكَرِ وَتُعْرَفُ هَذِهِ النُّقْطَةُ بِالِاسْتِشْرَابِ. وَنُستَخدِمُ الكِيمَاوِيِّونَ طَرِيقَةَ الاسْتِشْرَابِ فِي اخْتِبَارِ نَقَاوَةِ المَوَادِّ، كَمَا يَستَخدِمُونَهَا الأَطْبَاءُ فِي تَحْلِيلِ عَيِّنَاتِ البَوْلِ لِلتَّكْشِفِ عَنْ أَثَرِ مِنَ السُّكَّرِ (مِنْ عِلَامَاتِ دَاءِ السُّكَّرِيِّ).

الذهب الرائف (ذهب المَعْقَلِينَ)

يَبْرُكُ لِلذَّهَبِ الرَائِفِ أَثَرًا أَسْوَدَ عِنْدَمَا تُجَرَّدُ مَوْيَ اللَّاطِيَةِ بِمَصْنَعٍ سَمَاءُ لَا مَرْكَرَ الذَّهَبِ الحَقِيقِيِّ أَيْ عِلَامَةٍ



## الاختبار الإثلافي

احْتَمَمِي هَذَا شَهْدٌ أَمْ رَائِفٌ؟ دَهَبُ المَعْقَلِينَ مُرَوِّثٌ كِيمَاوِيٌّ مِنَ الْحَدِيدِ وَكُثْرِيَّتُ بَيْضَةِ الذَّهَبِ وَلاَحِظْ عَيِّنَةً مِنْهُ، يُمْكِنُ لِلْكَيمِيَاءِيِّ أَنْ يَرْنَهَا (فَالذَّهَبُ الرَائِفُ، ذَهَبُ المَعْقَلِينَ، أَخْفَى مِنَ الذَّهَبِ)، أَوْ أَنْ يُصَبِّغَ إِلَيْهَا حَامِضًا (يَنْوِبُ ذَهَبُ المَعْقَلِينَ فِي الحَامِضِ)، أَوْ أَنْ يَجْرُهَا فَوْقَ بِلَاطَةِ بَيْضَاءٍ (حَيْثُ يَبْرُكُ الذَّهَبُ الرَائِفُ خَرًّا أَسْوَدًا). إِنَّ اخْتِبَارِي الحَامِضِ وَالتَّلَاطَةِ البَيْضَاءِ يُتْلَفَانِ العَيِّنَةَ، فَهَمَا مِنَ الاخْتِبَارِ الإِثْلَافِيِّ أَمَّا اخْتِبَارُ الوِزْنِ هُوَ لِإِثْلَافِي فَيَنْفِي العَيِّنَةَ سَلِيمَةً.



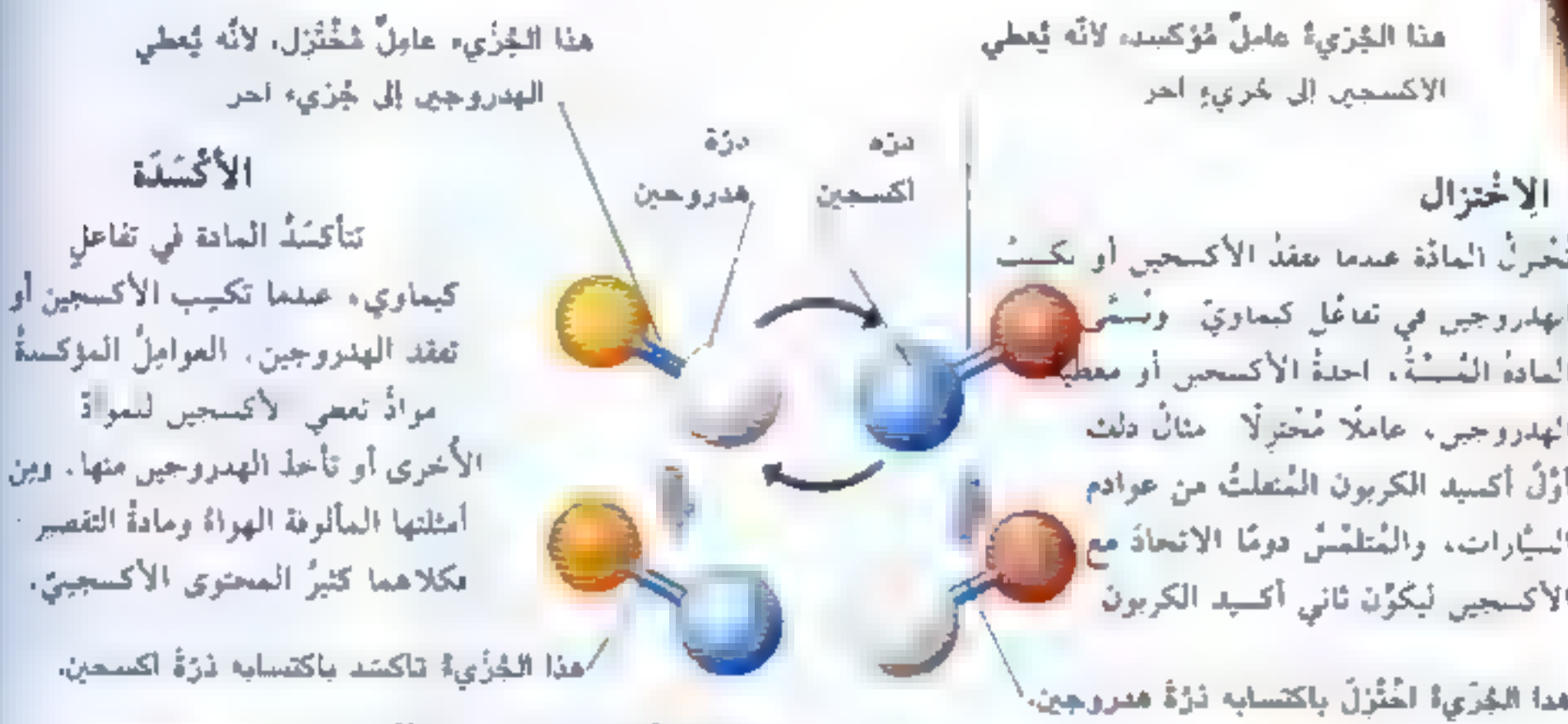




# الأكسدة والاختزال

لو أنَّ الرُّواد الذين نزلوا على سطح القمر أرادوا إشعال نارٍ على سطحه لما استطاعوا. فالاحتراق هو تفاعل أكسدة - تتحدُّ فيه المادةُ مع الأكسجين؛ ولا أكسجين في جوِّ القمر. أما في جوِّ الأرض، فالكثيرُ من التفاعلات الكيميائية المهمة التي تحصل كلُّ يوم تتضمن تفاعلات أكسدة - كاحتراق المواد وصدأ الفلزات وحتى في عملية التنفس. فالطعام الذي نأكله يتحوَّل إلى طاقة بالاتحاد مع الأكسجين الذي نستنشقُه. ويُقالُ عن جميع المواد التي تتحدُّ مع الأكسجين أو التي تفقدُ الهيدروجين مأنها تأكسدت. كما إنَّ عمليةَ فقدِ الأكسجين أو كسبِ الهيدروجين تسمَّى اختزالاً. والواقع أنَّ عمليتي الأكسدة (الاختزال والأكسدة) تحدثان مترافقتين - فعندما تكسبُ إحدى مادتي التفاعل الأكسجين تكونُ الأخرى قد فقدته.

عندما يحترق شيء ما، يتحدُّ مع أكسجين الهواء. فالاحتراق هو تفاعل أكسدة.



## أكسدة الرُّخفة في الأفران

يزين الحرفاءون فخارياتهم بمادة برحج نحوي فلزاً كالحديد مثلاً. وعندما يُشوى الوعاء للحديدي في فرن، يورث من الأكسجين، يأكسد الحديد ليكون أكسيد الحديد، ح ١، ٢، الأحمر اللون. إنَّ د، شوي لوعاء في فرن دون وفرة من الأكسجين، فالحديد يتأكسد مُكوِّناً أكسيد الحديد، ح ١، الأسود اللون.



## التآكل بالصدأ

يُصدأ الحديد أو الفولاذ إذا ما تعرَّض للهواء والرطوبة. والصدأ مثالٌ على تفاعل أكسدة هدام. فعندما يتأكسد الحديد يُكوِّن طبقةً سطحيةً من أكسيد الحديد (الصدأ)، يظلُّ يخرقها أكسجينُ الهواء ليبلغ الطبقات الدَّاخِلِيَّة، وسرعانَ ما يأخذ الصدأ سيَّله إلى كامل العنر فينبقه، ولتُنع هذا التفاعل المُتَمَرِّم، تُطلَى السطوح الفولاذية، كهيكل السفن، بالدهان الواقى الذي يمنع وصول أكسجين الهواء إليها.

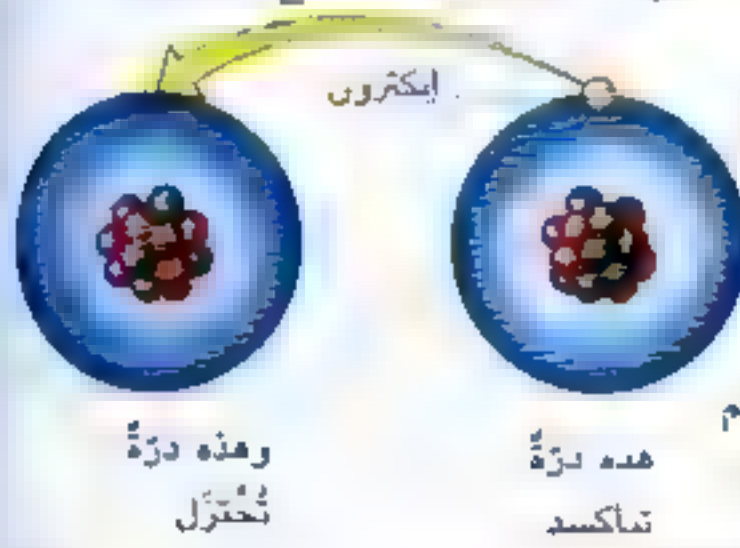
## الأكاسيد

تتحدُّ اللافلزات مع الأكسجين لتكوِّن أكاسيداً وتُخاليل هذه الأكاسيد في الماء حامضية. فأكاسيد النتروجين وثاني أكسيد الكبريت، مثلاً، هي أكاسيد لافلزات تنبعثها محطات القدرة الكهربائية في الحق. وعندما تدور هذه في الهواء الرطب تنفث مطراً حمضياً يلحق الضرر بالأشجار والبحيرات والأنية. لذا يحاول المسؤولون عن محطات القدرة معالجة المُنبعثات منها قبل إطلاقها إلى الحق. هذا وتُحدِّد الفلزات مع الأكسجين لتكوِّن أكاسيد قد عدت محاليلها في الماء قلوية.



## انتقال الإلكترونات

في عمليات الأكسدة والاختزال تجري دائماً مُنَاقلة الإلكترونات بين الذرات. فالذرات التي تكسبُ إلكترونات يُقال إنها اختزلت والتي تفقد إلكترونات إنها تأكسدت. ويطلُّ مع الكيميائيين تسمي هاتين العمليتين أكسدة واختزالاً حتى ولو لم يتضمني التفاعل عُضري الأكسجين والهيدروجين.

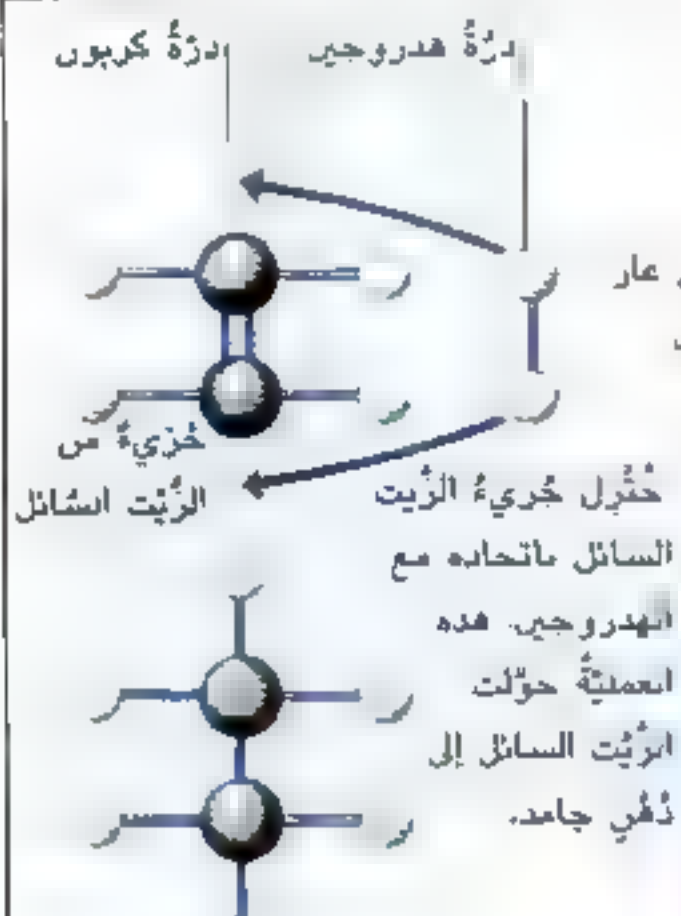


## نظرية اللاهوب (الفلوجستون)

مرافقة اللهب المُتصاعد من احتراق الخشب أوحت إلى الطبيب الألماني، جورج شتال (١٧٣٤-١٦٦٠) فكرة أنَّ كلَّ ما يحترق إنما يتبعثُ محتواه من اللاهوب. لكن أنطوان لافوازييه (١٧٩٤-١٧٤٣)، الكيميائي الفرنسي، حقَّق هذه النظرية ودخضها حين برهن أنَّ كلَّ ما يحترق إنما يتحدُّ مع أكسجين الهواء.







**تصنيع المَرْجَرين**  
يُصنع زبد المَرْجَرين الجامد من الزيوت السائلة الشائلة (كزيت فؤار الشمس) باندماجها مع الهيدروجين. وتُدعى هذه العملية بالهَلَزْجَة وهي مثالٌ عمليٌّ على تفاعلات الاختزال. ويمكن التحكم في قوام المَرْجَرين طراوة أو صلابة، حسب الطلب، بإفصاف أو زيادة كمية الهيدروجين المتفاعلة مع تلك الزيوت.



زبد سائل عازات الانعلاط

**مُضَادَّاتُ التَّأكْسِد**

يُضادُّ العَصَام إذا ما تفاعل مع أكسجين الهواء، ويُنتج ذلك، مُضَادَّ كيميائيَّات مُصدَّة للتأكسد إلى العَصَام خلال تصيبه. وهذه الكيمياء تُوقِف تآكسد الطعام بتأكسدها هي فيبقى الطعام سليماً. وعالماً ما توجد مُضَادَّاتُ التَّأكسد هذه بحاضة في الأعذية الدهنية كالزيوت النباتية لأنها سريعة التأكسد.

**مُكَافَحَةُ الحَرِيق**

إشعالُ نار يحتاج إلى وقود وإلى حرارة لهذه الاشتعال. وحيث إن الأخير هو تفاعل أكسدة، فإنه يحتاج أيضاً إلى تَدخُّلٍ كافٍ من الأكسجين يستمر، وعندما يتوقَّف ذلك الإمدادُ تنطفئ النار. وهكذا يمكن إخماد النار بإخمادها بواسطة بَضَائِع، أو بتعطيلها بالرعاوة الكيميائية أو بثاني أكسيد الكربون من قطعة خريق.



**مُحلِّلَةُ النَّفْس**

نستخدمُ شُرطة السَّير في بعض البلدان تفاعل أكسدة لأخبار الكحولية لدى السائقين. فبعدما يَزرِفُ أحدهم داخل مُحلِّلَةِ النَّفْس، يتأكسد الكحول (الإيثانول) في زفيره إلى حامض الأسيتيك (حامض الحَلِيك) مُولِّداً بَازاً كهربائياً وتُنبِئُ شدةُ البَازِ كميَّة الكحول المَواحدة في نفس السائق.



**التَّنَفُّسُ والتَّخْلِيقُ الصُّوْتِي**

التَّنَفُّسُ والتَّخْلِيقُ الصُّوْتِي. تفاعلات حيويَّة وهما تفاعلات أكسدة واختزال. فبالنسبة بتأكسد الطعام الذي نأكل، تنطلق الطاقة اللازمة والأكسجين لأجسامنا. والبيانات تقوم بالتخليق الصوتي الذي بواسطته تُحترق ثاني أكسيد الكربون من الهواء لتكوِّن موادَّ سَكَّرِيَّة ونَشَوِيَّة.



**البارود**

مُشحوقُ البارود مَرِيحٌ مُنمَحَرٌّ من نترات البوتاسيوم (٧٥٪) ونيكريت (١٠٪) والكربون (١٥٪). ولا يُعرف على وجه الدقة من اخترع البارود ولا متى، ولكنَّ الثابت أنَّ الصينيين استخدموه قبل القرن السابع ق.م. وأخذ العرب عنهم ونقلوه إلى أوروبا. إنَّ اشتعال البارود هو تفاعل أكسدة مُعَجَّر، لكن، بخلاف المواد الأخرى التي نَحترقُ بأكسجين الهواء، فإن البارود يسمدُ أكسجين احتراؤه من نترات البوتاسيوم - الذي يمدُّ صيعةً تركيبيه بوزن ١٢ على وفرة محتواه الأكسجيني.

يُضغَطُ مَرِيحُ السَّيرين والهواء ويُعَجَّرُ بشدَّةٍ كهربائيةٍ وانعراث الحارَّةُ الناتجةُ تدفعُ الكَتَّاسَ نُزولاً.

مُحَرِّكٌ داخليٌّ الاختراق

مع ضغور الكَتَّاسِ تُنفِجُ الانعراثُ الحارَّةُ خارج الأسطوانة إلى أبواب الانعلاط وتعاود هذه الدَّورة تكراراً.

كَتَّاسٌ

حركة الكَتَّاسِ نُزولاً وصعوداً داخل الأسطوانة توفِّرُ القُدرةَ لتحريك الشَّيْأَة.

مستنشق الأكسجين المنفعت من النباتات لأكسدة الطعام الذي نأكل. وهذا التفاعل يُوفِّرُ لنا الطاقة.

**الاختراق**

في المُحَرِّكِ الداخلي الاختراق، يَحترقُ السَّيرين مُضغَطٌ الصَّغْدَةُ اللَّامِةُ لِتَحْرِيقِ اسَّيَّارَة. وككُلِّ تفاعلات الاختراق، فإنَّ اختراق اسَّيرين هو أيضاً تفاعل أكسدة، وهذا التفاعل يُطلق الطاقة.



**التَّقْصِيرُ (التَّيْبِيضُ)**

تعرِّفُ سَوالِ التَّقْصِيرِ المَزرَّةِ مُؤكسدةً فعالةً تستطيع أكسدة الموادَّ السَّوَّيَّةَ في الأقبشة وإزالتها. فموادُّ التقصير الحديثة تحوي فوق أكسيد الهيدروجين هو ١٢ الذي تُنبِئُ صيعةً وفرة الأكسجين فيه.

**لمزيد من المعلومات انظر**

- البينة الذرية ص ٢٤
- الأكسجين ص ٤٤
- الهيدروجين ص ٤٧
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- المُحَرِّكات ص ١٤٣
- التخليق الصوتي ص ٣٤٠
- التنفس الخلوي ص ٣٤٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٤



## سلسلة التفاعلية

النيكاسيوم فلز رخو أبيض فضي شديد التفاعلية لا يتواجد في الطبيعة إلا مُتحدًا مع غيره من العناصر. في المقابل فإن الفضة فلز غير فعال كيميائيًا بحيث يمكن استخدامه بأمان في صناعة أدوات المائدة. وإذا قارنا شدة الفاعلية للفلزات الكيميائية، يمكننا وضعها في جدول تراتبي يُسمى سلسلة التفاعلية. فالفلزات في أعلى هذه السلسلة هي الأشد فاعلية، وتلك التي في أسفلها هي الأقل فاعلية. وتساعدنا هذه السلسلة في توقع ما سيحدث عند تفاعل الفلزات المختلفة بعضها مع بعض. فإذا تنافس النيكاسيوم والفضة، مثلاً، على التفاعل مع الكلور، فالفضة للنيكاسيوم والناتج كلوريد النيكاسيوم. وهكذا فالفلز الأعلى في سلسلة التفاعلية له الغلبة على ما دونه من فلزات في أي تفاعل كيميائي.



## الذهب عديم التفاعلية

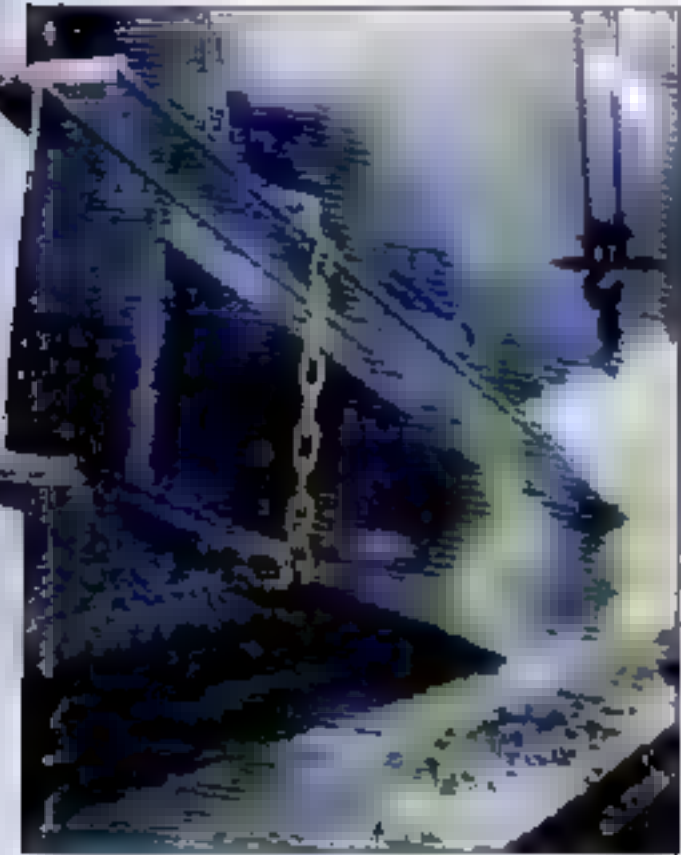
يكتشف علماء الآثار من حين لآخر أشياء ذهبية كالحلقات والأقنعة. ولأنها في هذه الأشياء أنها غالبًا ما تحفظ برونقها كأنها صنعت حديثًا - رغم أنها قد ظهرت تحت التراب آلاف السنين. فالذهب، بخلاف غيره من المعادن التي كانت تتآكل وتبلى، عديم التفاعلية. لذا نجد الذهب في أسفل سلسلة التفاعلية.

إذا أزيلت طبقة أكسيد الألومنيوم الواقية عن سطحه، يتفاعل الألومنيوم المعرض بشدة مع الهواء.



## الألومنيوم

الألومنيوم فلز عري، ورغم موقعه العالي في سلسلة التفاعلية، يُستخدم أواني الألومنيوم في المطبخ بكثرة. وتعليل ذلك أن الألومنيوم يتفاعل مع أكسجين الهواء مُشكِّلًا طبقة واقية عديمة الفاعلية من أكسيد الألومنيوم. أما إذا أزيلت تلك الطبقة بحك رقيقة الومنيوم مثلاً، بمادة كيميائية مثل كلوريد الزئبق، فالألومنيوم المعرض جيتل شديد التفاعلية.



## المغلفنة

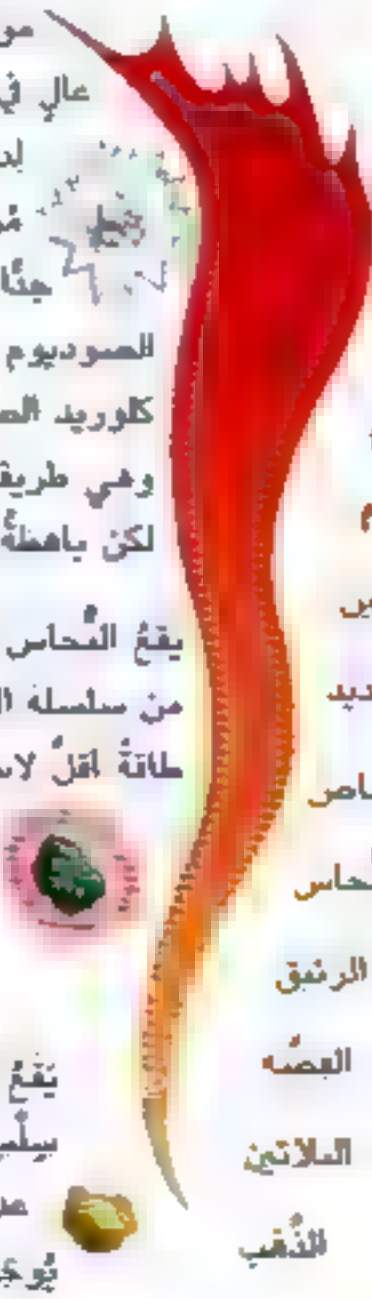
يمكن وقاية الأشياء المصنوعة من الفولاذ (سبي هو حديد في معظمه) من التآكل بالصدأ بتغطيتها بطبقة من فلز أكثر منه فاعلية، كالحارصين، وهذه الطريقة تُعرف بالمغلفنة. إنه حتى لو خدشت طبقة الحارصين الواقية، فأكسجين الهواء سيتفاعل مع الحارصين وليس مع الحديد. وتُدعى هذه الوقاية أحيانًا الوقاية الأثباتية لأن الحارصين يضحون به لوقاية الحديد.

## موقع الصوديوم

عالي في سلسلة التفاعلية، لذا فهو يُشكِّل مركبات مستقرة جدًا. فاستخراج فلز الصوديوم يلجأ إلى كهلة كلوريد الصوديوم المُنصهر، وهي طريقة شديدة المجهود لكن باهظة للتكلفة.

يقع النحاس في القسم السفلي من سلسلة التفاعلية لذا يتطلب طاقة أقل لاستخراجه فيمكن الحصول على النحاس بإحماء خاماته فقط

يقع الذهب في أسفل سلسلة التفاعلية وهو عديم الفاعلية، لذا يُوجد في الطبيعة نقيًا.

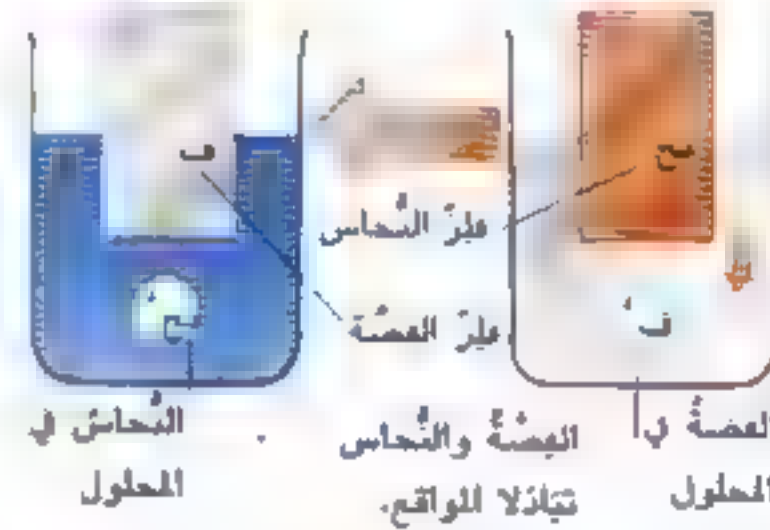


سلسلة التفاعلية	النيكاسيوم
تُبنى سلسلة التفاعلية هذه ترتيب تفاعله	الصوديوم
الفلزات المختلفة	الكالسيوم
والفلزات في أعلاها، كالصوديوم والنيكاسيوم، تتفاعل بشدة مع الهواء؛ بينما المعادن في أسفلها، كالفضة والذهب، فلا تتفاعل مع الهواء ولا تتأثر به. أما فلزات الوسط، كالحديد والحارصين، فتتفاعل مع الهواء سطو شديد وتعتمد طريقة استخراج الفلز من خاماته على موقعه في سلسلة التفاعلية.	المغنسيوم الألومنيوم الحارصين الذهب

تجمع فلز الفضة

## الإزاحة

إذا أسقطت قطعة نحاس في محلول نترات الفضة، فالمعدن (النحاس والفضة) سيتنافسان على أيونات النترات. وحيث إن النحاس أعلى من الفضة في سلسلة التفاعلية، فيمقدوره «إزاحة» أيونات النترات من الفضة. والنتيجة تكون محلول أزرق من نترات النحاس وتشكّل إبر من فلز الفضة فيه. ويُدعى هذا تفاعل إزاحة، إذ أزاح النحاس الفضة من المحلول.



محلول نترات الفضة يتكوّن محلول أزرق من نترات النحاس

## تاريخ الفلزات

استُخدمت الفلزات جاء متأخرًا في التاريخ. فالإنسان القديم استخدم العظام والحجارة والخشب لأدواته. الفلزات المتواجدة حرة في الطبيعة كالنحاس والفضة والذهب (والواقعة في أسفل سلسلة التفاعلية) تم اكتشافها بسهولة، وكانت أولى المعادن التي استخدمها الإنسان. وحوالي سنة ٢٠٠٠ ق م تمكن الإنسان القديم من استخراج الحديد، الأكثر فاعلية، من خاماته بالحرارة؛ وذلك بدأ عصر الحديد. أم الألومنيوم فهو فلز متوافر في القشرة الأرضية لكنه شديد التفاعلية؛ فلم يتم استخراجها عمليًا إلا في القرن التاسع عشر.



مقطع حديدي من عصر الحديد

## لمزيد من المعلومات انظر

الفلزات القلوية ص ٣٤
الفلزات الانتقالية ص ٣٦
المحاليل ص ٦٠
الكهولة (لتحليل بالكهرباء) ص ٦٧
الحديد والفولاذ ص ٨٤
النحاس ص ٨٦
الألومنيوم ص ٨٧
حقائق ومعلومات ص ٤٠٤



# الكهرلة (التحليل بالكهرباء)

الكهرلة (التحليل بالكهرباء) هي عملية تحليل مركب ما إلى أجزائه بالكهرباء، ولإنجاح هذه العملية يجب أن يكون المركب مؤصلاً للكهرباء - إما مصهوراً أو محلولاً - وأن يحوي أيونات طليقة الحركة ذات شحنات كهربائية. ويوضع مسريان فلزيان، أو كربونيان، يُعرفان بالإنكترودين، في المادة المراد كهرلتها، وتدعى الكهرل (الإنكتروليت). عند وصل الإنكترودين بالبطارية تسري الكهرباء عبر السائل، فتتحرك أيونات المركب الموجبة الشحنة نحو الإنكترود السالب (المهبط أو الكاثود)، وتتحرك الأيونات السالبة الشحنة نحو الإنكترود الموجب (المضعد أو الأنود). وهكذا ينحل المركب إلى جزئين.



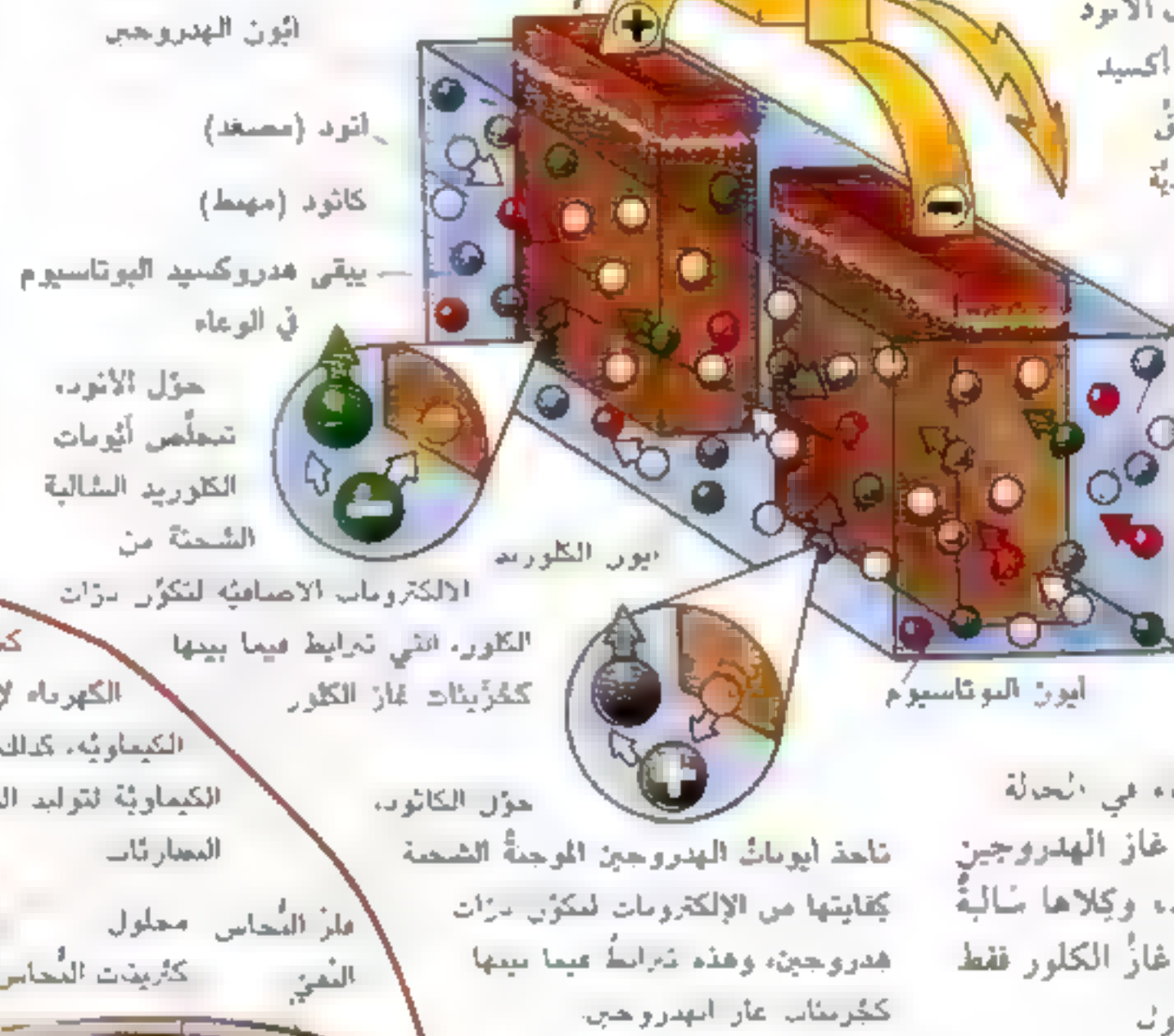
## التنقية بالكهرلة

تستخدم الكهرلة (التحليل بالكهرباء) في تنقية نحاس المشوب، وتعرف هذه الطريقة بالتنقية الكهرلية. فيجعل الأنود من النحاس المشوب، والكاثود (المهبط) صفيحة من النحاس النقي في كهرل من محلول كبريتات النحاس. عند إمرار الكهرباء في المحلول، ينتقل النحاس النقي من النحاس المشوب إلى صفيحة النحاس النقي، وترسب الشوائب في القاع.



الفتاح قبل الطلاء بالكهرباء

الفتاح بعد طلائه الكهرلاني مطبقة من النحاس



إذا أُمِرَ تيار كهربائي في محلول حامضي، وكان الأنود من الألومنيوم، يتكوّن الأكسجين حول الأنود ويتفاعل مع الألومنيوم مكوناً طبقة واقية من أكسيد الألومنيوم، ويُعرف هذا بالأنودة. وتعدّ رقائق الألومنيوم الملوّنة بصباغ هذه الطبقة الأكسيدية أيون الهيدروكسيد.

## الأيونات المتحركة

عند إمرار الكهرباء في محلول كبريت البوتاسيوم (بوكس) في الماء (هـ أ)، ينحلّ لا كلوريد البوتاسيوم فقط بل الماء أيضاً. وذلك لأنّ كلا أيونات البوتاسيوم وأيونات الهيدروجين، وكلاهما موجبة الشحنة، تتجه نحو الكاثود. وبما أنّ البوتاسيوم شديد التفاعلة فيفضل البقاء في الحالة الأيونية، فإنه يبقى في المحلول ويتّخذ غاز الهيدروجين فقط. أمّا أيونات الكلوريد والهيدروكسيد، وكلاهما سالبة الشحنة، فتتجه إلى الأنود، حيث يتّخذ غاز الكلور فقط فيما تبقى أيونات الهيدروكسيد في المحلول.

## الطلاء بالكهرباء

لطلاء جسم ما، كصباح مثلاً، بطبقة فلزية رفيعة كهربائياً، يُجعل هذا الجسم كاثوداً، والأنود قطعة من معدن الطلاء كالحديد، فيما يحوي الكهرل مركباً من هذا المعدن (ككبريتات النحاس، مثلاً). عند إمرار التيار الكهربائي، تتحرك أيونات المعدن غير المحلول وترسب على المهبط قطعاً. وبالعطفة نفسها تُصنع غلّث التلك بطلاء صمغ الفولاذ بالقصدير كهربائياً.

## الماء

عند إمرار الكهرباء في الماء (هـ أ)، يتكوّن غاز الهيدروجين حول الكاثود وغاز الأكسجين حول الأنود. وحيث إنّ الماء يحوي ذرات من الهيدروجين لكل ذرة واحدة من الأكسجين، فإنّ حجم الهيدروجين الناتج يكون ضعف حجم الأكسجين.



## همفري ديفي

شهر همفري ديفي (1778-1829)، الكيميائي الإنكليزي، باختراعه مصباح الأمان للمعدنين الذي يحمل اسمه. لكنه كان أيضاً من أوائل مستخدمي التحليل بالكهرباء. فقد اكتشف الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وعدداً آخر من الفلزات بواسطة فصلها عن مركباتها بالكهرلة. وفي عام 1813، عُيّن ديفي مساعداً له اسمه ميكيل فارادي فتابعه أعمال ديفي وأصبح من مشاهير العلماء فيما بعد.



يدور المغناطيس يُطلى بالتساوي



## لمزيد من المعلومات انظر

- أثرانط الكيمياء ص 28
- المحاليل ص 60
- سلسلة تصاعديّة ص 66
- النحاس ص 86
- الحلايا والبطاريات ص 100
- حقائق ومعلومات ص 204



انْشَفُ احايوي  
من شلْم الأس  
الهيدروجيني (هـ)

# الْحَوَامِضُ (الحموض)

لقياس قُوَّة الحوامض والقُلُوبَات يستخدمُ الشَّلْم الأس الهيدروجيني (هـ) الذي مداه من ١ إلى ١٤ وكلما ازدادت أيونات الهيدروجين في المحلول ازدادت قُوَّة الحامضية، وينخفض أسه الهيدروجيني (هـ)، الذي هو لِكُل الحوامض أقل من ٧

٧ (مُتَعَادِل)

٦

٥

٤

٣

٢

١

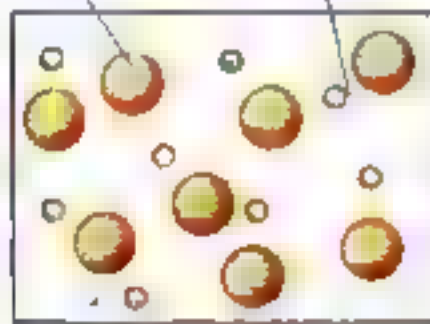
طَعْمُ الليمون حَذِيقٌ لَّأنه يحوي حامضَ الليمون أو حَمَضَ السَّتْرِيك. والحوامضُ واسعةُ الانتِشارِ جدًّا، فمنها ما يُوجَدُ في الثَّمَل (حامض التَّمَلِيك) وفي العنب (حامض الطرطير) وفي المشروبات الآزَّة (حامض الكربونيك) وفي بَقَارِيَّات السَّيَّارات (حامض الكبريتيك) وحتى في مَعْدِنَا (حامض الهيدروكلوريك). أمَّا الحوامضُ القويَّة، كحامض الكبريتيك والسَّتْرِيك، فهي حُمُوضٌ خَطِرَةٌ لَّأنَّها تُحْرِقُ الثَّيَّابَ والجِلْدَ، وَيَحْبُ الحَذَرُ مِنْهَا عند استِعمالِها في المُخْتَبِرَات. لَكِنَّ بعضَ الحوامضِ الضَّعِيفَةِ، كالحُمُوضِ المُتَوَاجِدَةِ في المأكِهة، يصلُحُ للأكل أو مُطَبِّبًا للطعام. والحُمُوضُ كُلُّها تحوي الهيدروجين، وتذوبُ في الماء مُكَوِّنَةً أيوناتَ الهيدروجين الموجبة الشَّحْنَةَ. وهذه الأيوناتُ هي المُسَوِّلةُ عن حِصَانِص الحوامضِ المُمَيَّزَةِ. كما إِنَّ عدَدَ أيونات الهيدروجين التي يَكُونُها الحَمَضُ في الماء هو مِقياسُ لِقُوَّتِهِ، يُعرفُ بالأس الهيدروجيني (هـ).

حوامضُ  
ضعيفة (هـ عالٍ)  
تحوي الحمضيات كالليمون  
والبرتقال حامض الليمون، وهو  
حامض ضعيف، أسه الهيدروجيني  
(هـ) عاٍد بوعا، لكته دون ٧.

أيون هيدروجين  
موجب  
أيون سالب



حامض قوي مُخَفَّف

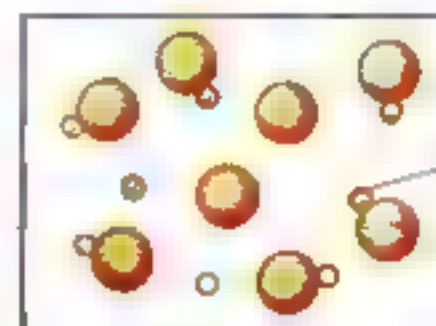


حامض قوي مُرَكَّر

الحُمُوضُ القويَّة  
بعض الحوامض، كحمض السَّتْرِيك والكبريتيك، هي حُمُوضٌ قويَّة لَّأن جُريَّاتِها تَحُلُ (تَتَكَلَّك) بِالكامل إلى أيونات هيدروجين وأيونات أُخرى. وتَبِينُ قُوَّةُ الحامضِ كَم من أيونات الهيدروجين الشَّحْلَةُ هذه تتواجدُ في المحلول. يَمَكُنُ نَحْمِيفُ الحُمُوضِ القويَّةِ بالماء، فَتَقُلُ سَبَّةُ تَركِيزِ أيونات الهيدروجين في المحلول، وتَحْوِضُ خَمِيفَتَهُ (يَزِيدُ أسه الهيدروجيني هـ).



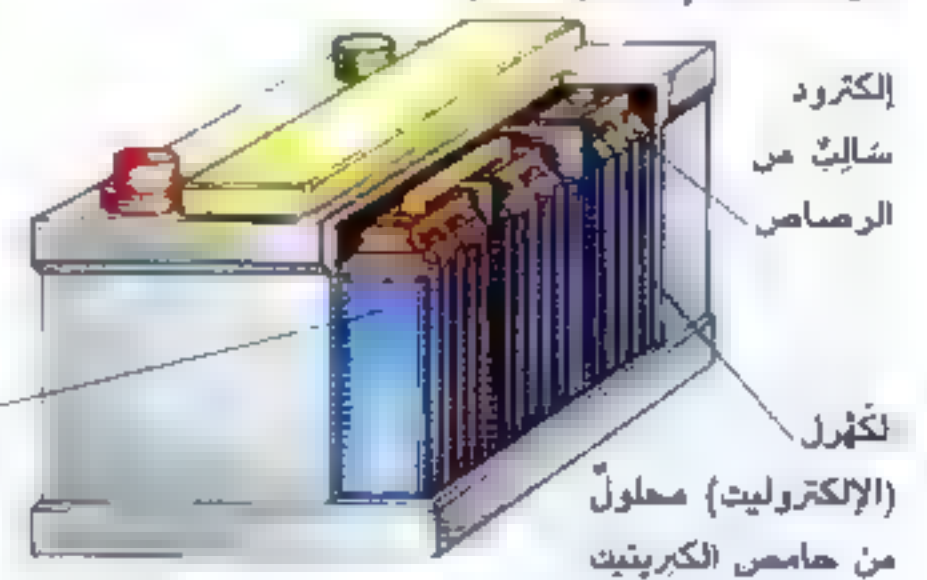
حامض ضعيف مُخَفَّف



حامض ضعيف مُرَكَّر

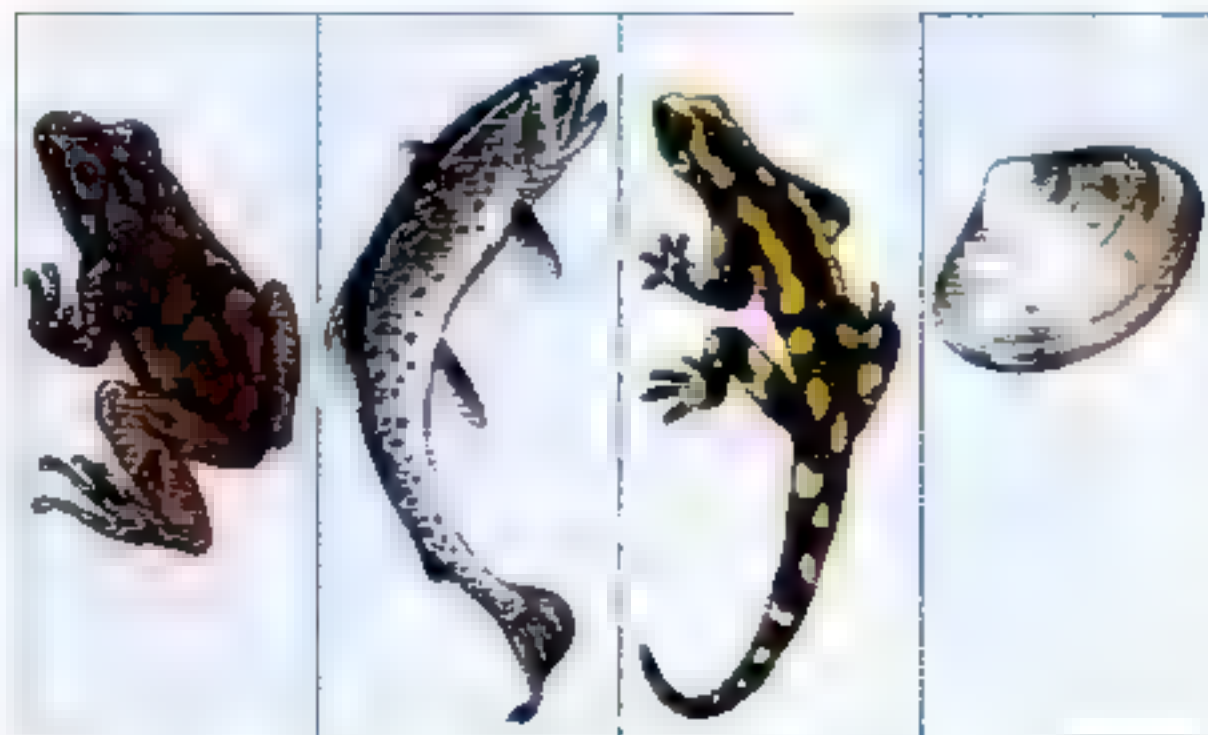
أيون هيدروجيني  
موجب  
أيون سالب

حُمُوضٌ قويَّة (هـ س خفيض)  
الحُمُوضُ المُسْتَحْدَمَةُ في المَحْضَر، كحامض الكبريتيك، حوامضٌ قويَّة ذاتُ أسٍ هيدروجيني (هـ) خفيض، وَحَمَضُ الهيدروكلوريك في مَعْدِنَا هو حامض قوي يُسَاعِدُ في هَضْمِ الطَّعامِ



## حامض التَّمَلِيك

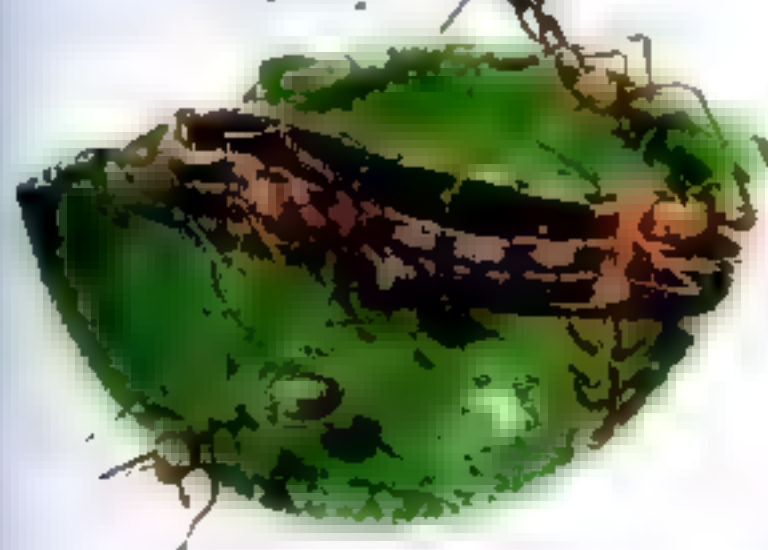
حامض التَّمَلِيك أو حامض التَّمَلِيك، يُنتِجُهُ الشَّلْمُ القَارِصُ وسانت الفَرْنِيسُ طَبِيعًا. قَدِيمًا كان حامضُ التَّمَلِيك يُحَضَّرُ بِاعْلَاءِ الحَلِّ في فَنرٍ كَبِيرَةٍ؛ أمَّا اليَوْمَ، فَيَمَكُنُ نَحْمِيزُهُ من كِمَاوِيَّاتٍ أُخرى وَيُسْتَحْدَمُ هذا الحامضُ لِحَفْظِ العَلَفِ الأخضرِ في أَهْرَاقِهِ وفي صِنَاعَةِ الورق والسَّيِّجِ.



يَمُوتُ الضَّفَدَعُ إذا هَبِطَ هـ ٤  
يَمُوتُ السمكُ المَرُوتُ إذا هَبِطَ هـ ٤.٥  
يَمُوتُ السَّمْعَدَلُ إذا هَبِطَ هـ ٥  
يَمُوتُ المحارُ إذا هَبِطَ هـ ٦

## الحوامض الضَّعِيفَةُ

بعض الحوامض ضعيف، كحامض الليمون الموجود في الليمون والبرتقال. فعندما تُذاب هذه في الماء، يتكك عددٌ قليل جدًا من جُريَّاتِها ليَكُونُ أيونات الهيدروجين. يَمَكُنُ تَركِيزُ محاليلِ الحوامضِ الضَّعِيفَةِ بإزَالَةِ الماءِ مِنْهَا، كما يَمَكُنُ نَحْمِيفُها بِإِضَافَةِ الماءِ إِلَيْهَا. إِنَّ مَحْلُولًا مُرَكَّرًا جدًّا لحامضٍ ضعيف قد يَكُونُ له الأس الهيدروجيني (هـ) دَائِهَ لحامضٍ قوي مُخَفَّفٌ جدًّا.



## الماء الحامضي

تتلوث البحيرات والأنهار بالأمطار الحامضية، فتزداد حمضية المياه أي ينخفض أسها الهيدروجيني (هـ) وتصبح ضارةً بالأسماك والأحياء المائية عمومًا. بعض الحيوانات أكثر حساسية لتغيرات الأس الهيدروجيني هـ من سواها. فالمحار، مثلاً، لا يستطيع العيش في مياه أسها الهيدروجيني دون الـ ٦، في حين أن صنادع الجراج تستطيع العيش في مياه أسها الهيدروجيني إنخفض إلى الـ ٤.

## المِرْكَمُ الحَمَضِي الرِّصَاصِي

الحوامضُ القويَّةُ إلكتروليتات (كهارل أو سوائِل مُوصِّلة للكهرباء) جيِّدة - وذلك لَّأنَّها تَتَكَلَّكُ في الماء بِالكامل إلى أيونات هيدروجين موجبةً وأيونات أُخرى سالبة. وهذه الأيونات ذاتُ الشَّحْنَاتِ الكَهْرَبَائِيَّةِ يَمَكُنُها نَقْلُ التَّيارِ الكَهْرَبَائِي. في المَرَامِكِ الحَمَضِيَّةِ الرِّصَاصِيَّةِ المُسْتَحْدَمَةِ في السَّيَّارات يُسْتَعْمَلُ حامضُ الكبريتيك كإلكتروليت، وتعملُ الصِّفَاتُ الرِّصَاصِيَّةُ كإلكترودات هذه المَرَامِكِ (أو البطاريَّات) تَتَبَّحُ الطَّاقَةُ لِنَدِّ شَعْلِ مَحْرَكِ السَّيَّارة.



## إصفرار أوراق الكتب

أوراق الكتب الجديدة ناصعة لياض، يسا تحول أوراق الكتب العتيقة إلى الصفرة. السبب هو أن الورق يحتوي كميات ضئيلة من الخشب، وهذه على مدى السنين تتفاعل ببطء شديد مع ألياف السيلولوز فتعطّلها، ويحول لون الورق من اللبني إلى الصفرة. إن ضوء الشمس يسرع هذا التفاعل، وقد يحول لون الورق إلى البني ويصبح قصباً سريع التفتت.

## الحامض مع الكربونات

إذا أضفت حملاً (حامض الخليك) إلى كمية من بيكربونات الصودا في قارورة ذات سدّاد بلاستيكي، يحصل على الفور تفاعل أرغيفيك في الحامض البيكربونات ويطلق غاز ثاني أكسيد الكربون. ويتزايد كمية الغاز المتجمّع في القارورة يرتفع ضغطه فيقف بالسدّاد البلاستيكي بقوة ومرتفعة. إن تفاعل الحوامض مع الكربونات (وإطلاق ثاني أكسيد الكربون) هو من خواص الحوامض المميزة. ويستمدّ من هذا التفاعل في المطبخ، فمسحوق الخبيز هو مزيج من زبدة الطرطير (ملح مؤلّد لحامض الطرطير) وبيكربونات الصودا. وهذان في الماء يُنتجان ثاني أكسيد الكربون الذي يتفخّع المخبّبات.

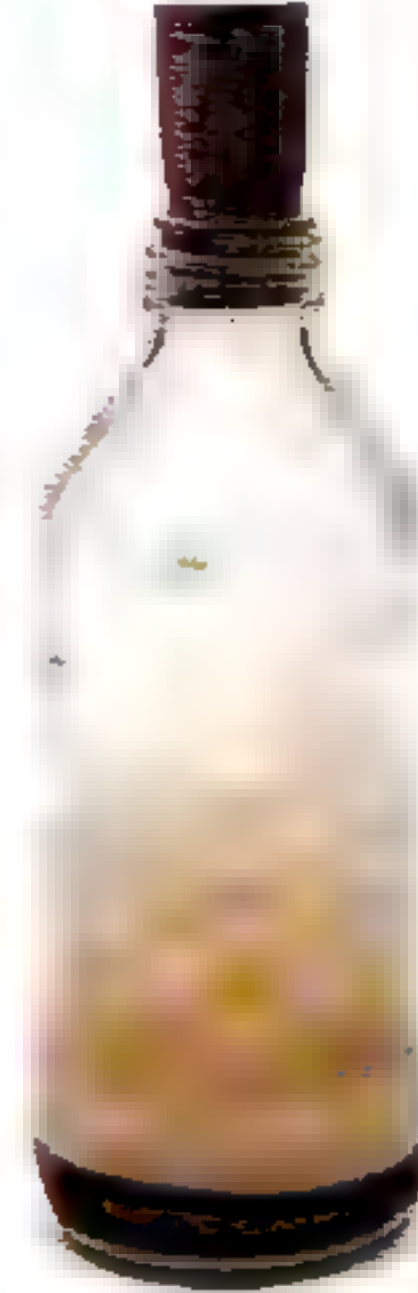
## التخليل

الحوامض مهلكة للكائنات الحيّة، لذا يمكن استخدامها حوايط فذلة للكثير من محبّي حفظ العديد من المأكولات كالبصل والشمندر والبفت وغيرها في المحلّ (حامض الخلّ).

ويعرف هذا بالتخليل. فالحامض يقتله كدقة الكائنات الحيّة المجهريّة في محلول التخليل يحفظ الأطعمة من الفساد. وقد استُخدِمَ التخليل على طاقات أوسع قبل اختراع أجهزة التبريد.



يطلق السدّاد الطيني من القارورة مذهباً بغاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من تفاعل المحلّ مع بيكربونات الصودا.



يطلق غاز الهيدروجين شقيقاً بغير

أضيف المحلّ إلى بيكربونات الصودا

ملح خلات الصوديوم يبقى في القارورة

## الرّمز التحذيري

الحوامض تبدو غالباً هدية اللون كالماء، لكنها أكالة تُسبب حروقاً مبرحة. لذا نحمل الأوعية المستخدمة في نقل الحموض رمزاً يُعرّف بها ويُحذّر من خطورتها. وهكذا يتعرّف فريق المطالعة طبيعة الحامض وسيل التفاعل مع ما يُراق منه.



## الحوامض في المطر

ماء المطر كان دوماً قليل الحمضيّة، لأن ثاني أكسيد الكربون في الهواء يذوب فيه مُكوّناً حامض الكربونيك. غير أن حمضيّة المطر ازدادت كثيراً منذ أصبح مُعظم العالم مُصنّعاً. فاحتراق الوقود الأحفوريّ كالقحم يُطلق ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين في الهواء، وهذه تتفاعل مع الماء في السحب مُكوّنة حامض الكبريتيك وحامض النتريك. والمطر الحمضيّ يهطل الكثير من المائي، وبخاصّة المُشادّ منها بالحجارة الجيرية التي تتألّف من كربونات الكالسيوم. وهذه تتحلّل بالحوامض بسهولة لتنتج ثاني أكسيد الكربون.



## فعل الحامض في الورق

حامض الكبريتيك المُركّز حمضٌ أذّلٌ جدّ، وهو عامل إكسار شديد الفعاليّة يسرع الماء حتى من المركّبات التي تحويه. ولورق يتألّف من السيلولوز، المادة النباتيّة المُركّبة من الكربون والهيدروجين والأكسجين. فعندما يتفاعل حامض الكبريتيك مع الورق، يتفكّك منه الماء (أي الهيدروجين والأكسجين)، تاركاً الكربون الأسود. وهكذا يبدو الورق كأنه حُرّق.



حامض الهيدروكلوريك

لغاية الفارصين

## فعل الحامض في الفلزّات

لا أحد يحرقُ محلول في وعاء فلزيّ، لأن المحلّ يتفاعل حينئذٍ مع الوعاء ببطء مُصدراً شبيهاً من غاز الهيدروجين والهيدروجين الذي هو من مُكوّنات الحوامض جميعها يُفردّ منها عند التفاعل حامض مع فلزّ ناشيط. فعندما يُصبّ حامض الهيدروكلوريك، مثلاً، على الفارصين (كما أعلاه)، تترّ فقايق الهيدروجين متطرفةً نشيبيّةً. لأن الفارصين يحلّ محلول الهيدروجين في الحامض مُكوّناً كلوريد الفارصين.

## اكتشافات الحوامض

القرن الحادي عشر. تعرّف الكيميائيون العرب طرق تحضير حموض الكبريتيك والنتريك والهيدروكلوريك. ١٦٧٥ إرنست الكيميائيّ الإيرلندي، روبرت بويل، خطأ أن الحوامض نحويّ حمضيات خاصة تدسّ في هجوات الفلزّات وتفسّحها. ١٨٥٤ تبيّن كتابات الكيميائي الفرنسي أوجست لورنت، معرفته أن الحوامض كلّها تحوي الهيدروجين. ١٨٨٧ الكيميائيّ السويدي، سفاث آرنيوس، يقول بأن جميع الحوامض تحوي أيونات الهيدروجين، وهذه الأيونات هي التي تُكسب الحوامض خصائصها المميّزة.

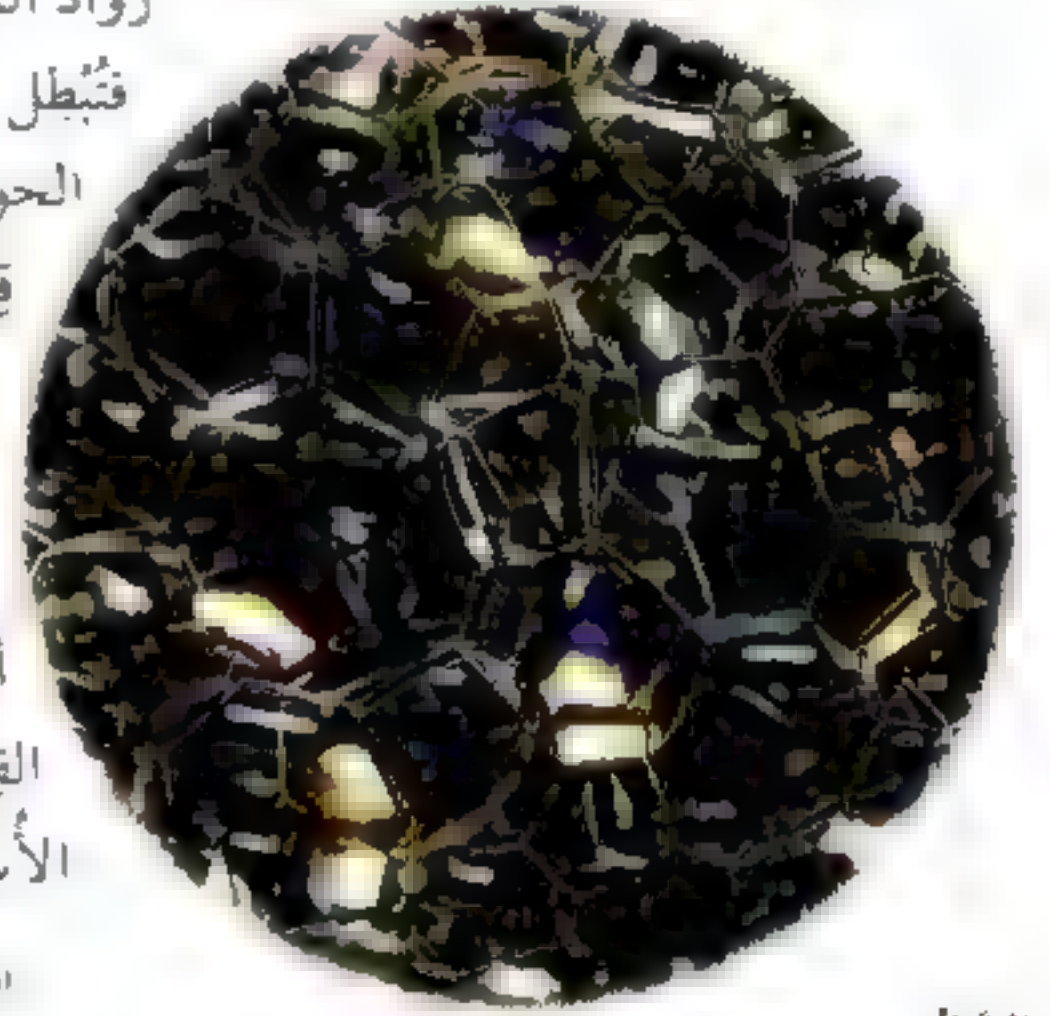
## لمزيد من المعلومات انظر

- الترايط الكيميائي ص ٢٨
- الهيدروجين ص ٤٧
- المحاليل ص ٦٠
- القيوتات والقواعد ص ٧٠
- قياس الحمضيّة ص ٧٢
- الأملاح ص ٧٣
- حامض الكبريتيك ص ٨٩
- الخلايا والبطاريات ص ١٥٠



# القلويات والقواعد

رَوَادُ المُرُوجِ عندما تَلْسَعُهُمْ نَبْتَةُ القُرَيْصِ، يُسْرِعُونَ إِلَى مَسَحِ اللِّسْعَةِ بِغُشْبَةِ العِرْقِ المُشْهِلِ، فَيُبْطِلُ بِمَا فِيهَا مِنْ قَاعِدَةٍ طَبِيعِيَّةٍ مَفْعُولِ الحَامِضِ فِي لَسْعَةِ القُرَيْصِ. فَالْقَوَاعِدُ تُبْطِلُ مَفْعُولَ الحَوَامِضِ، لِأَنَّ القَاعِدِيَّةَ تَعَادِلُ الحُمُوضَةَ كِيمَاوِيًّا. والقواعد الذَّوَاتُ فِي المَاءِ تُسَمَّى قِلَوِيَّاتٍ، وَكِلَا التَّوَعِينِ (القواعد والقِلَوِيَّاتِ) مُتَوَاجِدٌ حَوَالَيْنَا فِي مُنْظَفَاتِ الأَفْرَانِ وَمَوَادِّ التَّلْمِيعِ وَمَسَاحِيقِ التَّخْمِيرِ وَأَقْرَاصِ عُسْرِ الهَضْمِ وَفِي اللَّعَابِ وَالتَّطْبَاشِيرِ. بَعْضُ القِلَوِيَّاتِ كَالْوَخْطَرِ حَدًّا، كَمَا الحَوَامِضُ، يُسَبِّبُ تَرَشَّاشَهُ عَلَى الجِلْدِ خُرُوقًا شَدِيدَةً. وَالْقِلَوِيَّاتُ تَكُونُ فِي المَاءِ أَيُونَاتِ الهَيْدْرُوكْسِيدِ (أه-)، الَّتِي تَتَفَاعَلُ مَعَ أَيُونَاتِ الهَيْدْرُوجِينِ (ه+) فِي الحَوَامِضِ فَيُبْطِلُ (أَوْ تَعَادِلُ) حَمْضِيَّتَهَا. وَتُقَاسُ قُوَّةُ القِلَوِيِّ بِعَدَدِ أَيُونَاتِ الهَيْدْرُوكْسِيدِ الَّتِي يُحْدِثُهَا القِلَوِيُّ فِي المَاءِ، وَتُقَاسُ هَذِهِ عَلَى سُلَّمِ الأَسْسِ الهَيْدْرُوجِينِيِّ (ه-).



## الصَّابُون

الْفُتُونُ صَابُونُهُ لِمَنَمَسِ عَدَمِ تَذَيُّبِ سِ لَاحِاحِ وَدَيْتِ لَآتِهِ تَتَفَاعَلُ مَعَ رِيُونِ الجِلْدِ وَشَيْءٍ يَدَّ بِهَا نَصْعُ صَافُونَ بِإِعْلَاءِ الدُّفْرِ الحَيَوَانِيِّ أَوْ الرِّيتِ السَّائِي مَعَ قِلَوِيٍّ قَوِيٍّ كَهَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ (ص أ هـ).

## القلويات من الرماد

العَرَبِيُّونَ أَحَدُ كَثَرَةِ قِلَوِيٍّ عَنِ لَعْنَةِ مَعْنَى رَمَادٍ يُتَّخَذُ مِنْ بَعْضِ النَّبَاتِ وَكَثَرِ النَّبَاتِ نَصْعُ مِمَّا مَعْنَى حَرْقِ النَّبَاتِ وَالتَّحْبِيقِ الأُخْرَى مَحْضَرُ كَرْبُونِ الصُّوْدِيُومِ مِنْ حَرْقِ النَّبَاتِ الْحَرِيَّةِ، وَكَرْبُونِ الصُّوْدِيُومِ

يُمَثِّلُ هَذَا التَّوَعُّنُ مِنْ مِنْ حَرْقِ النَّبَاتِ حَرِيَّةٍ مَا نَوْمُ فَتَصْنَعُ لَقَوِيَّاتٍ فِي السَّاعَاتِ وَالْحَاسِبَاتِ الإِلِكْتَرُونِيَّةِ

## المُوصَلَاتُ القِلَوِيَّةُ

الْقِلَوِيَّاتُ مُوصَلَاتُ خِدَّةٍ تَنْكَبِرَاءِ لِأَنَّهَا تَحْتَكُ فِي المَاءِ تُكَوِّنُ الأَيُونَاتِ وَتُحْدِثُ أَعْلَى المَعْنَى هَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ فِي نَصْرَتِهِ نَفْوَئِهِ تَوْضِلُ الكِبَرَاءِ سِ لَآكْرُودِيَرِ



## الرَّمْزُ التحذيري

مَحَاطِنُ قِلَوِيَّاتِ التَّحَرُّكِ الكَثِيرَةِ تُمْكِنُ أَنْ تَسَبِّبَ خُرُوقًا مُرَاحَةً لَهَا تَحْمِيلُ الأَوَاعِدِ الْمُسْتَحْدَمَةِ فِي تَحْرِيسِ القِلَوِيَّاتِ أَوْ مَقْلَاهَا عَلَامَةً تُحَذِّرُ مِنْ خَطَرِهَا.



الكِبَرَاءِ سِ لَآكْرُودِيَرِ

الكَرْبُولِتِ مِنْ هَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ

لَآكْرُودِيَرِ مُوَحَّدٌ مِنْ كَسِيدِ الرِّيتِ



## القلويات في الفضاء

اِسْتَحْدَمَ رَوَادُ الفَضَاءِ فِي مَعْنَى أَيُونِ الصَّافِيَّةِ بَيْنَا هُوَ هَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ لِمَعَادِلَةِ مُسْتَوِيَّاتِ ثَانِي أَكْسِيدِ الكَرْبُونِ الحَطَرَةِ الَّتِي كَانُوا يَزْفَرُونَهَا وَنُسْتَحْدَمُ هَذَا التَّوَعُّنُ مِنْ اِسْتَعْدَالِ أَصْفٍ لِإِرَاقَةِ ثَانِي أَكْسِيدِ الكَرْبُونِ فِي اِسْمَانِي اِسْمَكْبَقَةِ

مَقْلُ مَعَالِجَةِ الخَبْرِ الحَرِيَّةِ

## القلويات مع الفلزات

عِنْدَ حَبْثِ مَحْلُولِ هَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ عَلَى قِطْعٍ مِنْ مِيزِ المَعْسِيُومِ، يُحْدِثُ الهَيْدْرُوجِينُ الْمَتَكُونُ مِنْ التَّصَاعُلِ أَزْيَرًا شَدِيدًا، وَيَقِي هَيْدْرُوكْسِيدِ المَعْسِيُومِ فِي اِنْفَارُورَةِ، وَهَذَا المَرْكَبُ هُوَ قَوَامٌ لِنِ اِسْمَكْسِيَاءِ الَّذِي يَتَاوَلَّهُ النَّاسُ لِمُعَالِجَةِ عُسْرِ الهَضْمِ - إِذْ يُعَدُّوهُ الحَامِضَ الرَّائِدَ فِي لَمْعَةٍ

يَتَفَاعَلُ هَيْدْرُوكْسِيدِ الصُّوْدِيُومِ مَعَ قِطْعِ المَعْسِيُومِ

## كَرْبُونَاتِ الكَالْسِيُومِ

الْأَضْدَادُ الْحَرِيَّةُ وَالمَرْحَدُ وَالتَّطْبَاشِيرُ وَالحَبْرُ الحَرِيَّةِ (الكَسِي) وَالرَّحَامُ كَثَلَهَا تَتَأَلَّفُ مِنْ كَرْبُونَاتِ الكَالْسِيُومِ. وَهَذَا المَرْكَبُ بِأَلْعِ الأَهْمِيَّةِ فِي الصَّدَاعَاتِ الكِيمَاوِيَّةِ لِتَصْنِيعِ الأَسْمَدَةِ وَالتَّرْحَاجِ وَلِإِسْمِنْتِ وَالفُؤْلَازِ؛ كَمَا يُخَضَّرُ بِإِحْمَالِهِ أَكْسِيدُ الكَالْسِيُومِ (الجِيرِ النَحِي). وَبِإِضَافَةِ المَاءِ إِلَى أَكْسِيدِ الكَالْسِيُومِ يَنْشِجُ هَيْدْرُوكْسِيدُ الكَالْسِيُومِ (الجِيرِ الْمُظْلَمُ) الَّذِي

نُسْتَحْدَمُ لِمَعَادِلَةِ الحَوَامِضِ فِي مَوَارِدِ المِيَاءِ كَدَلَّتِ يَنْشُرُ هَيْدْرُوكْسِيدِ الكَالْسِيُومِ مَعَ اِسْمَقِ وَالمَاءِ لَصْنَعِ المِلَاحِ.

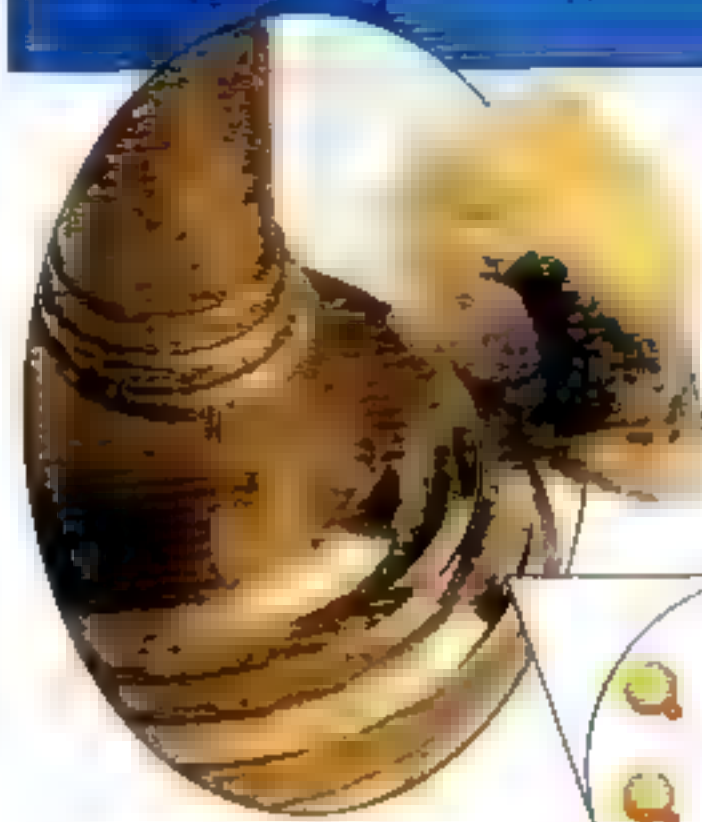




النصف القلوي من شحم  
الأس الهيدروجيني (٣-٥)

كلما ازداد عدد أيونات الهيدروكسيد في محلول قلوي، تزداد قوته ويرتفع  
أس الهيدروجيني (٣-٥) وهذا الأس أكثر من ٧ لجميع القلويات.

٧ (متعادل)	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣
------------	---	---	----	----	----	----



تستخدم القلويات لجنو  
النحاس الأصفر

في القلي القوي، يفصل الكثير من  
أيونات الهيدروكسيد عن الأيونات  
الموجبة

أيون الهيدروكسيد  
الشائب

أيون موجب

في القلي الضعيف، يفصل عدد  
قليل من أيونات الهيدروكسيد  
عن الأيونات الموجبة

### القلويات الضعيفة

بعض القلويات، كهيدروكسيد

الأمونيوم وسكرويات الصودا، ضعيفة لأن القليل من جزيئاتها فقط يتفكك إلى أيونات في محلولها العاني  
لذا فهي تحتوي قليلاً من أيونات الهيدروكسيد، وأسها الهيدروجيني (٣-٥) غليظ. تُطَب النحاس الأصفر  
محلول منوي ضعيف، وهو يعمل بحل طبقة الأكسيد التي تغطي سطح النحاس عندما يترك مُعرَّضاً للهواء

### إضافة الكلس إلى الحقول والبحيرات

يرداد خموصة التربة والتجارات بالسطر الحفصي وهذه الخموصة الزائدة تُرس بعض المعادن الأساسية من  
التربة. لذا يذبح المزارعون إلى مسحوق الكلس (هيدروكسيد كالمسيوم) يثروه في حقولهم فالكلس عدة  
قوته تطلق فعل الخموصة في التربة، كذلك تُخفص حموضة مياه

التجارات بإضافة الكلس إليها أن إضافة  
الكلس يدير تخفيف الضرر الناجع عن المطر  
الحفصي في الحقول والتجارات،  
نكه لا تعالج فستات  
سلوث



تزارع يُعالج حقله بالكلس

### التعادل

يحدث تعادل في كل مرة يتفاعل فيها حامض مع قاعدة ليكوّن الماء مع  
مركب آخر يُسمى ملحاً ويُستفاد من هذا التفاعل في معالجة بعض  
لُسعات الحيوان والسات فإذا لُسعك زُئور يُمكنك إبطال فعل اللُسعة  
القلوية بواسطة حامض كحمض الليمون أو الخل. أما إذا لُسعك سحلة  
أو سملة، فيمكنك إبطال فعل اللُسعة الحامضية بواسطة قلوي كبيكربونات  
الصودا. أما لُسعة الفُريص الحامضية فيمكنك مُعالجتها بالذُلك بَورق  
غُسه العرق المُسهل للقلوية.

### القلويات في وبأ الطاعون

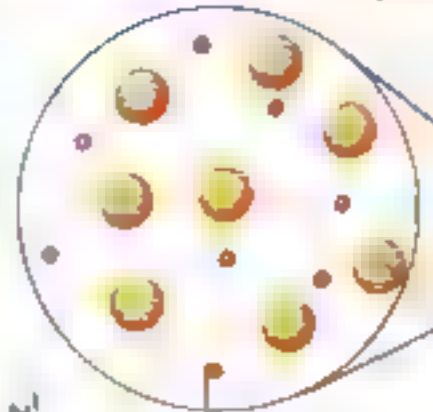
في القرن السابع عشر اجتاحت مرض الطاعون مدينة لندن في أكتوبر قتل  
قُراية ٨٠٠٠٠ سنة عام ١٦٦٥. وكنت اللُحُث تُدفن في  
مقابر جماعية وتُغطى بالكلس (الجير الحي)،  
وهو قلوي قوي، ليُشريح انجلاؤها



#### لمزيد من المعلومات انظر

- اتزان الكيمائي ص ٢٨
- المحليل ص ٦٠
- الحوامص ص ٦٨
- قياس الحموضة ص ٧٢
- الأملاح ص ٧٣
- صناعة اقلويات ص ٩٤

تستخدم القلويات للتخلص  
من الدهن والشحم



أيون موجب  
أيون الهيدروكسيد  
الشائب

### القلويات القوية

بعض القلويات، كهيدروكسيد الصوديوم والوناسيوم قوية لأن جميع جزيئاتها  
تتفكك إلى أيونات عد دونها في الماء، وهكذا فهي تحتوي الكثير من أيونات  
الهيدروكسيد، وأسها الهيدروجيني (٣-٥) عالي. مُطَعات الأفران، مثلاً، تحتوي قليلاً  
قوياً أقالاً هو هيدروكسيد الصوديوم الذي يتفاعل مع الترسبات الذهبية المحروقة  
الشكونة على جدران الفرن، خلال عملية الطبخ فيزيلاً



لشعة اللُحلة مؤلفة لأنها  
تحتوي حامضاً. ويمكن إبطال  
فعلها بواسطة قلوي  
كالكسيوم



منظر مُكبر  
لشعة سحلة



لشعة الرُئبور مؤلفة لأنها تحتوي  
قليلاً، ويمكن إبطال فعلها بواسطة  
حامض كالجر

### مظفأة الحريق

تعمل بعض مطافي الحريق باستخدام  
تفاعل التعادل بين حامض وقاعدة فهي  
تحتوي حمض الكبريتيك وبيكربونات  
الصودا اللذين يمتزجان ويتفاعلان  
عند نقل المظفأة رأساً على  
عقب ليُحترق الماء وعار نامي  
أكسيد الكربون. ويدفع ضغط  
الغاز رُعاوة سائلة ومخاليق ثاني  
أكسيد الكربون من منف المظفأة



بيكربونات  
الصودا  
حمض  
الكبريتيك

التفاعل الأُزَّار للحامض مع  
القلوي يدفع الرُعاوة غير  
المنعت لإطفاء الحريق



# قياس الحمضية

هل لاحظت التغير الخفيف في لون الشاي عند إضافة قطعة ليمون إليه؟ فالشاي في هذه الحالة يعمل ككاشف كيميائي مبيّن أن الليمون قد زاد الحمضية. وتستخدم بعض الكيماويات الملونة بالطريقة نفسها لتمييز المحلول الحمضي من القلوي. ويدعى المقياس النسبي لحمضية المحلول أو قلويته  $H^+$  (اختصاراً للأس أو الرقم الهيدروجيني)، وهو مُدرّج سلمياً من ١ إلى ١٤، تبعاً لعدد أيونات الهيدروجين في المحلول. فإذا كان  $H^+ = ١$ ، فالمحلول يحوي الكثير جداً من أيونات الهيدروجين، وهو حمض قوي. وإذا كان  $H^+ = ١٤$ ، فالمحلول يحوي القليل جداً من أيونات الهيدروجين، وهو قلوي قوي. أمّا المحاليل المتعادلة فالأس الهيدروجيني لها  $H^+ = ٧$ .



## الكواشف

هناك العديد من الكواشف

التي تبيّن حمضية المحلول

أو قلويته. ولعل أجدها صلياً

مزيج من الأصباغ يُعرف بالكاشف

العام، يتغير لونه على مدى سلم الأس الهيدروجيني

كله من الأحمر  $H^+ = ١$  (للحامض القوي جداً) إلى

الأزرق  $H^+ = ١٤$  (للقلوي القوي جداً) ويمكن استخدام

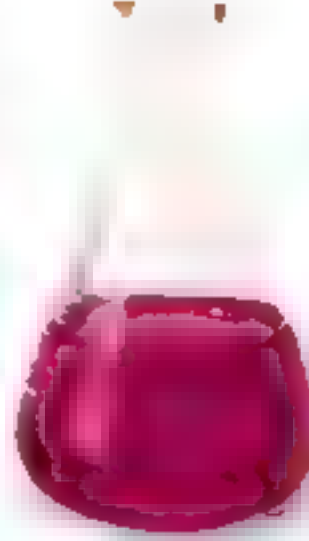
الأصباغ المستخرجة من الفواكه والمحاصيل كالإجاص والبصل

والملفوف الأحمر، ككواشف لأن ألوانها تتغير بتغير  $H^+$

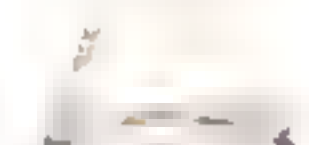
فتصير الملفوف الأحمر، مثلاً، يتغير من الأحمر في

حامض قوي، مروراً بالقرنفلي فالأزرقاني فالأزرق

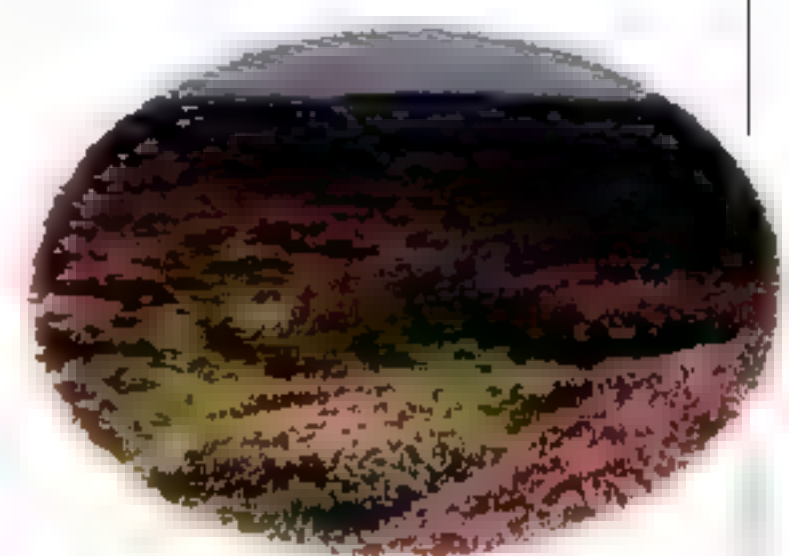
ثم الأخضر في قلوي قوي.



العينونفاليين قرنفلي  
غامق فوق  $H^+ = ٩,٥$



العينونفاليين عديم  
اللون تحت  $H^+ = ٨,٥$



## حموضة التربة

الأس الهيدروجيني ( $H^+$ ) بدرجة مهم

للمرعيين بعض لسانات نمو فطري

مدى مُعيّن منه. فالتأثير الكليّة ذات

تربة قلوية عادة ( $H^+$  من ٧ إلى ٧,٥). أمّا

لمناطق الرطوبة والصلابة الشخّة والخشب

هي عادة ذات تربة حمضية ( $H^+$  من ٦,٥ إلى

٧). نبات الخلد مثلاً، يألّف التربة الحمضية،

لذا نجده يعطي الأراضي البرية الشجيرة غالباً

وهو الأرتطسسية وهو الأرتطسسية في

حمراء في التربة القلوية. التربة الخشبية زرقاء.



## الكواشف الطبيعية

بعض النباتات هي كواشف طبيعية؛ فنون

وهو الأرتطسسية تحبّه حمضية التربة أو

قلويتها. ويصنع عباد الشمس كاشف

معروف نحصل عليه من نبات أشبه

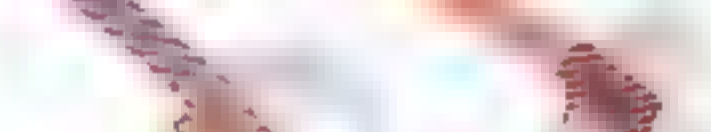
الصباغين. لون عباد الشمس أحمر في

الحوامض وأزرق في القلويات

القلويات تُحوّل لون الحوامض تُحوّل لون

ورق عباد الشمس ورق عباد الشمس

إلى الزرقاء إلى الأحمر.



بحسب فدارة تحاليل اعدسات اللاصقة  
ولتحقق كيبلا يتغير الأس الهيدروجيني  
لسوائل  
الجسم

## العوامل الدائرة

أحياناً، لا يريد تغير  $H^+$

للمحلول في الجسم،

مثلاً، نحصل مُعظم

التفاعلات ضمن مدى ضيق

للأس الهيدروجيني. إن

تغيراً بمقدار ٠,٥ في

$H^+$  الدم قد يؤدي إلى

الموت. وللمع ذلك يُنتج الجسم مواد

دائرة تعادل أيّ تغيرات حمضية أو قلوية

ليظل  $H^+$  الدم ثابتاً. والسبب فيه، يجب

أن تُدرأ الحفّز لوريدية معدية بالهـ



ثرقنالي المثل احمر  
تحت  $H^+ = ٣,٥$



ثرقنالي المثل اصفر فوق  $H^+ = ٨$



ثرقنالي المثل برتقالي بين  $H^+ = ٤$  و  $H^+ = ٨$

## مقياس الأس الهيدروجيني

يمكن قياس الأس الهيدروجيني لمحلول ما

بدقّة بمقياس  $H^+$ . ونستخدم هذا

المجهاز إلكتروني لقياس تركيز

أيونات الهيدروجين في المحلول،

وتعبر عن قيم  $H^+$  للمحلول رقمياً،

أو بواسطة إبرة على مقياس مُدرّج



## المزيد من المعلومات أنظر

التراكيب الكيماوي ص ٢٨

الهيدروجين ص ٤٧

التفاعلات العكوسة ص ٥٤

المحاليل ص ٦٠

التحليل الكيماوي ص ٦٢

الحوامض ص ٦٨

لقبليات والقواعد ص ٧٠



# الأملاح

يتألف ملح الطعام من  
أيونات الصوديوم  
(ص<sup>+</sup>) وأيونات  
الكلوريد (كل<sup>-</sup>).



## أملاح الجسم

لعلك تدركت طعم الملوحة في عرقك مرات عديدة؛ فانت كلما تعرق تعيد بعض الملح من جسمك. والملح مادة حيوية لقيام الجسم بوظائفه على الوجه الصحيح؛ وفقدانه منه قد يؤدي إلى النخفاف فالإنهيار. لذا ينصح الأطباء المسهرين إلى بلاد حارة بأخذ أقراص ملحية تعوض ما يفقدونه من الأملاح بالتعرق.



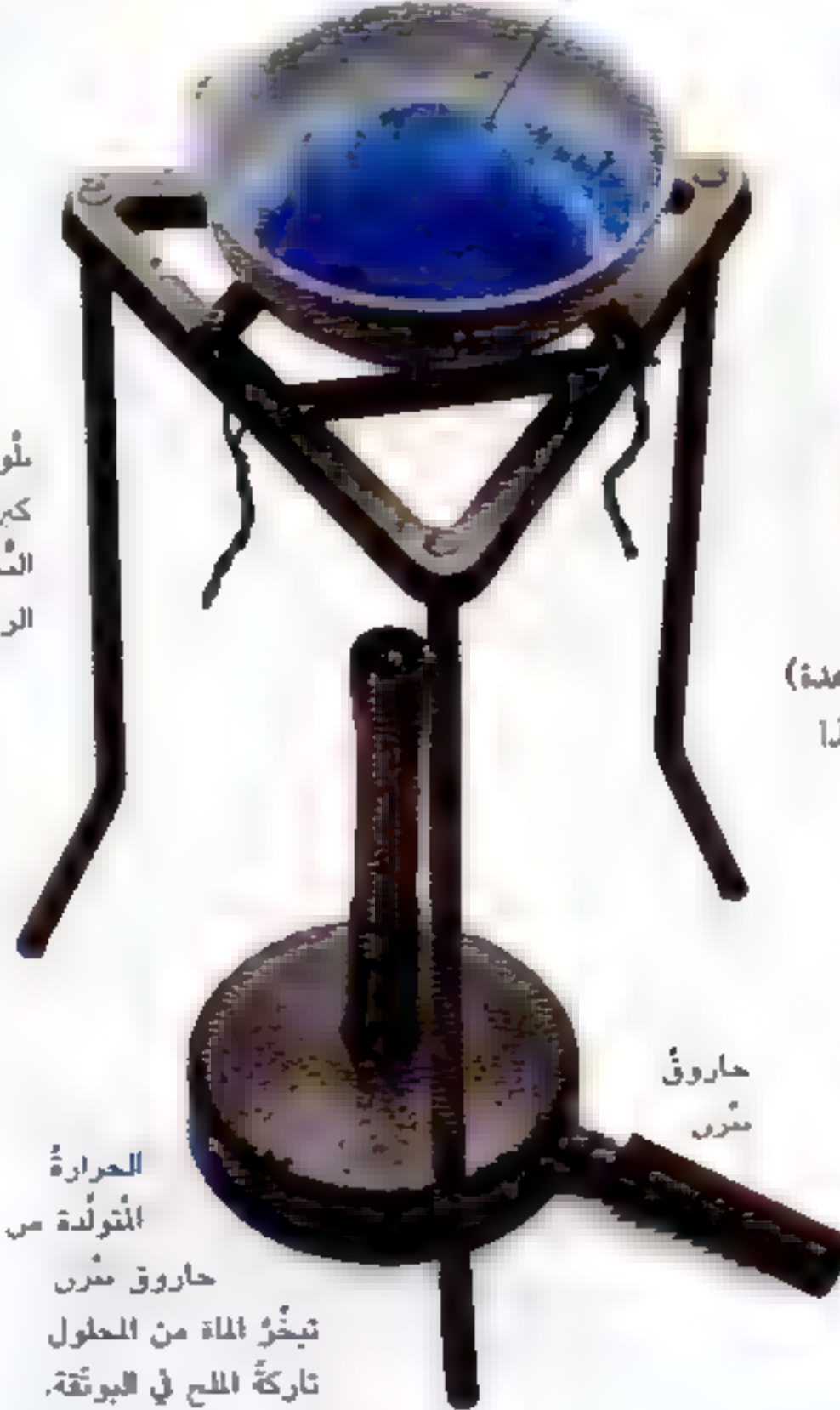
## الأعصاب

تتقبل الرسائل في جسمك كإشارات أو دفعات كهربائية على طول الألياف العصبية. وتعتبر هذه الإشارات الصجوة بين ليفتين بواسطة أيونات البوتاسيوم والصوديوم المتواجدة في سائل الخلايا. هذه الأيونات الحيوية مضطرها الأملاح التي تناولها في طعامك

ملورات  
كبريتات  
النحاس  
الورقاه

نشا ملورات كبريتات النحاس الدقيقة  
بالطهور مع تبخر ماء المحلول بالحرارة.

حامض الكبريتيك  
المخفف



يشع محلول أزرق من  
كبريتات النحاس، عندما  
يتفاعل الحامض مع أكسيد  
النحاس الأسود.

## كيف تُحضّر ملحًا

تُحضّر الأملاح بتفاعل  
حامض مع قاعدة لتكوين

ملح وماء. فإذا أحمر مزيج من أكسيد النحاس الأسود (قاعدة)  
مع حامض الكبريتيك المخفف، يشع محلول أزرق. في هذا  
التفاعل تعدل القاعدة الحامض وتنتج ملح ذواب هو  
كبريتات النحاس. وعند تبخير المحلول بالتسخين تحصل  
على ملورات كبريتات النحاس الزرقاء

يُخبّن النحاس بالمعوية  
هذا التنظيف يؤخذ ملحًا  
دوّانا في عصير الليمون  
الحامض

نحاس كامن اللون



## ملح نحاسي

تد على النحاس سهولة مع أكسجين الهواء،  
فيكمد لونه بطمعة رقيقة من أكسيد النحاس فتقنه  
بريقه. عند تجلو النحاس المكمد بعصير الليمون  
الحامض (حامض الستريك) يتفاعل الحامض مع  
أكسيد النحاس (قاعدة) ليكون ملحًا ذوّان  
(مترات النحاس) وماء. ونذوان هذا الملح في  
الماء، يعود النحاس نقيًا وبراقًا

تكوّن الأملاح عاتنا  
ملورات حميلة.



ملورة  
ملوريت

## الأملاح الطبيعية

يتألف معظم المعادن والخامات  
من الأملاح؛ فمها مثلاً، الحجر  
الجيري (كربونات الكالسيوم)  
والجبس (كبريتات الكالسيوم)  
والفلوريت (فلوريد الكالسيوم)  
وتشكل جميع الأملاح بلورات  
جميلة إذا ما توافرت لها ظروف  
النماء المواتية

## لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكيميائي ص ٢٨
- البلورات ص ٣٠
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- المحاليل ص ٦٠
- الحوامض ص ٦٨
- القلويات والقواعد ص ٧٠



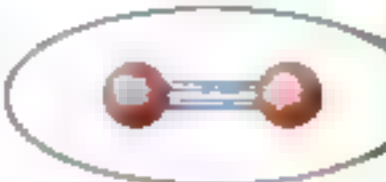
# كيمياء الهواء

يحتوي الهواء على  
عناصر مختلفة  
عديدة  
اللون

الهواء الحيوي اللامرئي الذي يحيط بنا على الدوام هو مزيج من غازات مختلفة يؤلف النتروجين والأكسجين ٩٩٪ منها. ويُسهم الإنسان باستمرار عن طريق التنفس والأنشطة الصناعية المختلفة في تغيير تركيب الهواء؛ وتعادل السنوات بعض هذه التغييرات في عملية التخليق الضوئي. يشكل هواء الجو درعاً واقية تُرشح ضوء الشمس من الأشعة فوق البنفسجية المؤذية، وتسمح بمرور الأشعة المرئية والأشعة دون الحمراء التي نستخدمها كمصدر للضوء والحرارة؛ كما يعمل الهواء أيضاً كطبقة عازلة تمنع التذني أو الارتفاع الأقصى في درجة الحرارة. فلولا الهواء لكانت الأرض كما القمر - حارة جداً نهاراً، وباردة جداً ليلاً.

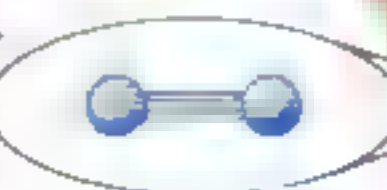


يؤلف النتروجين ٧٨٪ من حجم الهواء



لا يمكن استخدام  
السيارات العاملة  
بالبنزين على  
سطح القمر لذا  
استخدم رواد القمر  
سيارة كهربائية على  
سطح

يؤلف الأكسجين ٢١٪ من الهواء (بالحجم)



يؤلف الأرجون ٩٪ من الهواء



يؤلف ثاني أكسيد الكربون ٠.٠٣٪ من الهواء

الهواء جِمالُ الحياة  
تعتمد الحياة على مختلف  
أشكالها على الهواء من  
أجل النقاء. فالإنسان  
يستخدم أكسجين الهواء

يُحوّل طعامه إلى طاقة ويُرَفِّر ثاني أكسيد  
الكربون. والنباتات في عملية التخليق الضوئي  
تحوّل ثاني أكسيد الكربون من الهواء إلى  
عديد، كالسكريات، يحتاجها في عملية النمو

اكتشافات علمية



١٧٥٤ اكتشف الطبيب الاسكتلندي، جوزيف  
بلاك، ثاني أكسيد الكربون في الهواء  
١٧٧٢ اكتشف الطبيب الاسكتلندي، دانيال  
روذرفورد، النتروجين في الهواء  
١٧٧٤-٧٩ جوزيف بريستلي (البريطاني)  
وأنتوان لافوازييه (الفرنسي) اكتشفا الأكسجين  
في الهواء، مُستقلين.  
١٨٩٢-٩٨ اكتشف العالمان البريطانيان، السير  
وليم رامزي والورد رايلي، أن الهواء يحتوي  
على غازات خاملة

تؤلف الكائنات الصغيرة من  
العنكبوت الأخرى ٧٪ من الهواء  
على الأرض، نجد  
السيارة الهواء باستمرار  
ماكسجين للهواء ضروري  
لحرق البنزين - والطاقة المنطلقة  
في التفاعل تُسبِّب السيارة

تقطير تجزيتي للهواء

يحتوي الهواء بعض الغازات السامة وهذه يمكن فصلها بعملية  
التقطير التجزئي؛ فتمثل الهواء سريده إلى درجة حرارة منخفضة  
حتى أنه يُبرَّد ليُسَخَّر، فتُسَخَّر الغازات عن مواضع وتُجمع كلُّ  
غاز على حدة لأن لكلٍّ منها درجة غليان مختلفة

جودة الهواء

لقد بسّطت الأنشطة البشرية  
في تغيير تركيب الهواء  
فمثلاً، قبل أن تأخذ  
مُنشآت الكبريت في  
الهواء بالارتفاع، فرائه  
العام ١٦٠٠، لم يكن تطييف

المصنعة ضرورياً وقد حدثت التغيرات الكبرى بعد الثورة الصناعية في القرن  
التاسع عشر، حيث بدأ الناس بحرق الوقود الكربوني على نطاق واسع وبحرق  
بعض أن ثاني أكسيد الكربون اليوم يؤلف نسبة أكبر من الهواء عما كان عليه  
سابقاً، فمن واجبنا جميعاً التحكم بمستويات الملوثات المنطلقة في الهواء لحماية  
الحياة على سطح الأرض



الهواء من يقيم الأرض  
نحكم العادة، ننسى أحياناً أننا نحاطون  
بالهواء، وأن كثيراً مما نقرضه أمراً طبيعياً عادياً  
قد لا يحدث بدوننا. فهو اصطنعت رُوْد  
المصانع سيارة عادية إلى القمر لما أمكنهم  
استخدامها لعدم الهواء في جوهم وهم قد  
استخدموا فعلاً، في تجوالهم الاستطلاعي القمري،  
سيارة كهربائية

يقي الأكسجين على درجة  
١٨٢° س ويُستخدم في  
أجهزة التنفس.  
هواء  
سائل  
هواء  
يقي الأرجون  
على درجة  
١٨٦° س  
ويستخدم  
لتعبئة (صمغيات)  
المصابيح الكهربائية

يقي النتروجين على درجة -١٩٦° س. ويُستخدم  
في صناعة الأسمدة وحمض النتريك

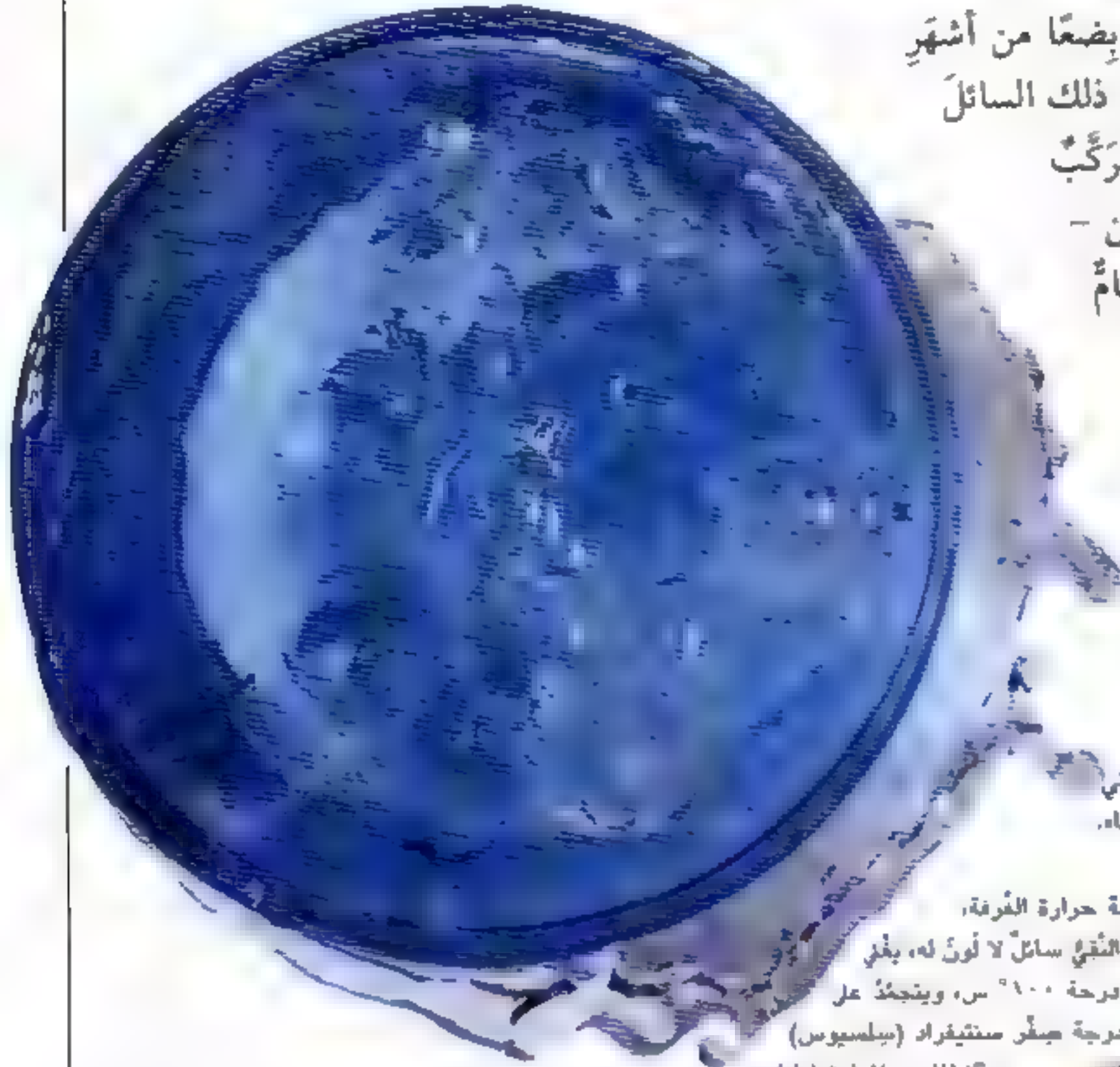
لمزيد من المعلومات انظر

- النتروجين ص ٤٢
- الأكسجين ص ٤٤
- الغازات السائلة ص ٤٨
- ملوك الغازات ص ٥١
- المركبات والمركبات ص ٥٨
- أكسدة والاختزال ص ٦٤
- لوثات الصاعية ص ١١٢
- الجو ص ٢٤٨



# كيمياء الماء

لو طلبت إلى شخص عادي أو عالم متخصص أن يسمي بضعا من أشهر المواد وأهمها، لكان الماء في رأس هذه المواد رغم كونه ذلك السائل المُبتذل العديم اللون والطعم والرائحة. كيميائيا، الماء مركب يتألف جزيئه من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين - فصيحته إذاً هـ أ. وهو كيميائي ذائب الفاعلية ومذيب عام جيد بحيث يكاد لا يوجد في حال النقاوة الكاملة مطلقا حتى في المطر. والماء بالغ الأهمية للكائنات الحية، فهو يكون الجزء الأكبر من مادة جسم الإنسان - كما يحمل المغذيات إلى سائر خلاياه ويخلصه من فضلاته.



عدد الجزيئات  
في نقطة ماء  
واحدة أكثر من  
ملايين النجوم التي  
نُشاهدُها في السماء.

قد يصل محتوى الشخص  
المحبل من الماء ٧٥٪، بينما هو  
في السمين ٥٥٪ فقط.

قراءة قلبي وزن  
جسم الإنسان  
ماء.



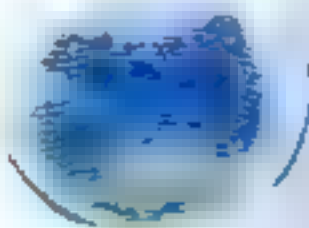
تغطي انبعاث فوق ٧٠٪  
من سطح الأرض



الماء في كل مكان

لما أكثر المركبات الكيميائية وفرة إذ يغطي فوق ال ٧٠٪ من سطح الأرض، ويبلغ معدّل محتوى جسم الإنسان من الماء حوالي ٦٥٪ من وزنه، كما تتألف بعض المأكولات في معظمها من الماء، فتحتوي ثمار البندورة، مثلاً ٩٥٪ من وزنها ماء. وفي مختلف أماكن تواجد هذه يقوم الماء بتفاعلات ووظائف كيميائية مهمة.

التسخين يُفقد بلورات كبريتات النحاس  
لونها الأزرق، والماء يعبث إلى البلورات  
المتبقية زرقاها



ماء التبلور

يحتوي مركبات كثيرة جزيئات ماء مُخسبة في بنيتها هذا الماء هو ماء التبلور ويمكن برعه بالاحماء بعدا سُخِبت بلورات كبريتات النحاس لبرقاء تفقد ماء التبلور ويبيضونها. ولا تعود إلى هذه البلورات المبيضة زرقاها إلا بإضافة الماء. ونستخدم هذه الظاهرة كيميائيا كاختبار للكشف عن وجود الماء

في درجة حرارة الغرفة،  
الماء النقي سائل لا فور له، يغلي  
على درجة ١٠٠°س، وينجمد على  
درجة صفر سنغراد (سلسيوس)  
هـ الماء = ٧ (متبادل).

منظر أكثر  
لغشور  
العلية



## الماء العسير

بعض المركبات الكيميائية المُدانة في الماء تجعله عسيرا لا يرغب فيه الصابون بسهولة، بل يكون رسالة بيضاء غائبة. وعسر الماء على نوعين. مؤقت نسيته بيكربونات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن إزالته بالعليان - حيث تتحول البيكربونات الدوارة إلى «كربونات الكالسيوم» اللاذوارة التي تترسب قشورا كليب في العليات، وعسر دائم سبه كبريتات الكالسيوم والمغنسيوم ويمكن إزالته بإمرار الماء عبر جهاز تسيير الماء الذي يستبدل بأيونات الكالسيوم والمغنسيوم بأيونات الصوديوم.

## الماء في الهواء

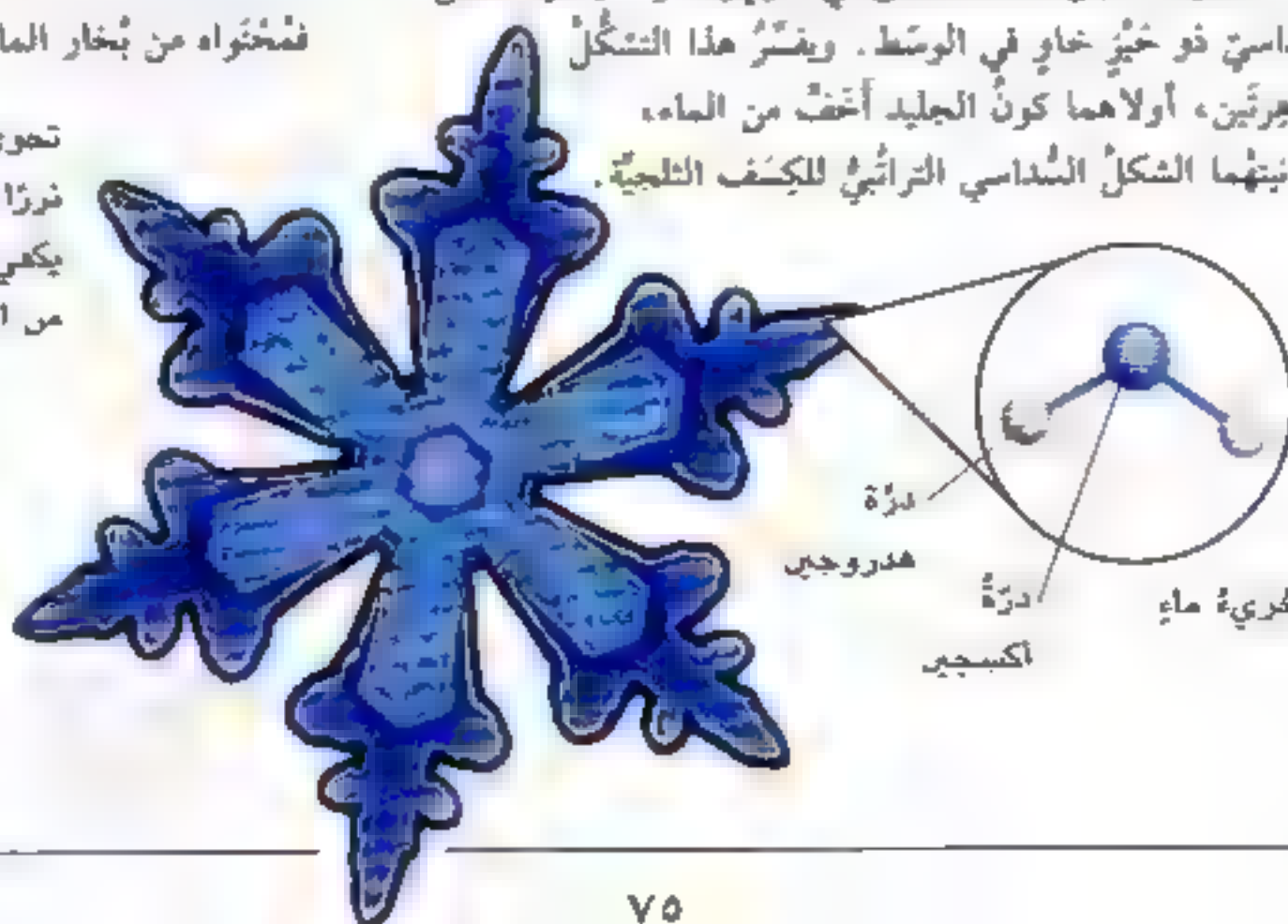
في يوم رطب، يحوي الهواء كمية كبيرة من بخار الماء (حوالي ٥٪ من وزنه) والرطوبة النسبية هي مقياس لكمية الماء في الهواء. أما الهواء الجاف، كهواء الصحاري، فمختوؤه من بخار الماء نزر يسير.

تحتوي الصحاري  
نورا من الماء لا  
يكفي لعيش الكثير  
من الاحياء



## لمزيد من المعلومات انظر

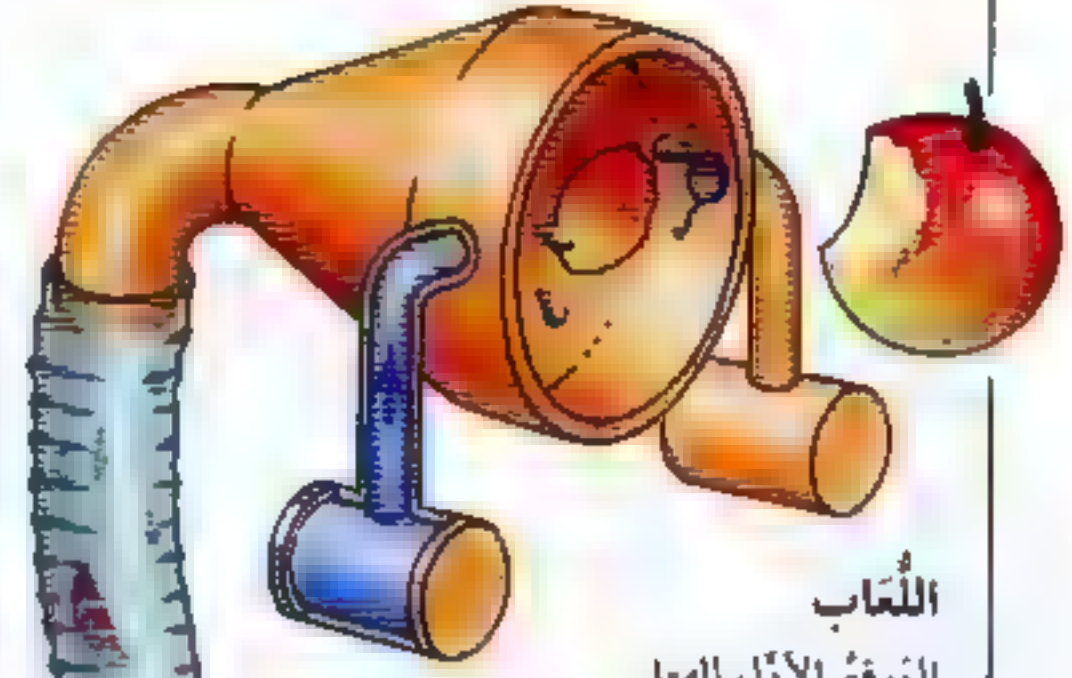
تغيرات الحالة ص ٢٠
الترايب الكيميائية ص ٢٨
البلورات ص ٣٠ ، المحاليل ص ٦٠
الماء - معالجة وصناعاته ص ٨٣
الرطوبة ص ٢٥٢
التلح ص ٢٦٦





# كيمياء الجسم البشري

جسم الإنسان مصنع كيميائي مُتَنَقِّلٌ مُهَيَّأٌ لمعالجة موادّه الخام كالطعام والماء والأكسجين على الوجه الأكمل. بعد التغذية، تمرّ هذه المواد بسلسلة من التفاعلات الكيميائية المعقّدة، تُعرف بالاستقلاب (أو الأيض)، مُولّدة الطاقة التي يحتاجها الجسم للقيام بوظائفه. إحدى سلاسل هذه التفاعلات تفكّك جزيئات الطعام الكبيرة في عملية الهضم إلى جزيئات أصغر، كالغلوكوز، يُمكن سريانها إلى مجرى الدم. وينتقل الدم الغلوكوز إلى الكبد حيث يُخزّن كوقود جُسْمانِيّ. وفي عملية التنفّس الخلوي تبتعث خلايا الجسم الطاقة من الوقود المُمتل. أمّا الفضلات فتنتقل إلى نهاية خطّ المصنع البشري للتخلّص منها.



اللسان

الموقع الأول للعمل

الكيمائي على الطعام هو الفم حيث يتدفّق اللعاب من الغدد اللعابية على الطعام فيمزج به خلال عملية التصف. واللعاب مزيج مائي يحوي أنزيم الأميلاز الذي به يبدأ تفكيك النشا. ولما كان الأميلاز لا يعمل إلا في وسط قلوي، فإن اللعاب قلوي طفيف نوعاً.

## الغلوكوز أحد مُنتجات الهضم

يتلقّى الطعام في المعى الدقيق، عبر قناة الصفراء، مزيجاً فعّالاً من الكيمائيات هو الصفراء. وهي سائل من مُفرزات الكبد، يُخزّن في كيس المرارة، يحوي أملاحاً قلوية تُساعد في تحلّل الدهون. وتُستكمل عملية الهضم بأنزيمات من البنكرياس ومن جُدُران المعى الدقيق. ويحري نقلّ الغلوكوز، الذي هو أحد مُنتجات مُجمّل هذه التفاعلات، إلى الكبد.

بينما ليريمات المعدة حادّة في عملها، تعمل تقلّصات جدار المعدة كمتحصنة تُحقّق الطعام وتحوّله إلى مائع يُدعى الكيموس.



المرارة

تحتوي الصفراء ميكروبات سوداء التي تُعادل حامض المعدة

المعى

ينتقل الكيموس من المعدة إلى المعى الدقيق.

المعدة تدخل وصول الطعام إلى المعدة، يبدأ تقليه مع عضارات المعدة المُصبّة من عده ونحوي هذه العضارات حامض قويّ هو حمض الهيدروكلوريك وأنزيمات عديدة، ويعمل الحمض على قتل الجراثيم في الطعام ويُنشط أنزيم الببسين ليقوم بتفكيك البروتينات

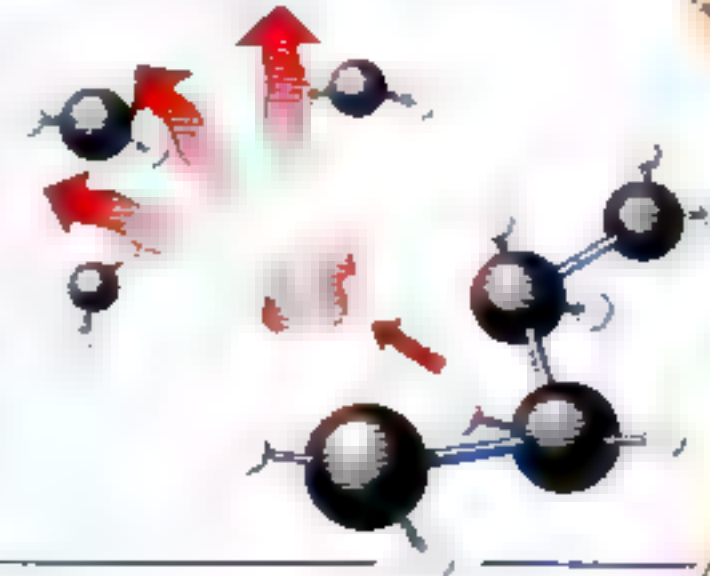
يُصنّع حمض الهيدروكلوريك في الغدد المعدية بتفاعل كيميائي يُشبه فيه ثاني أكسيد الكربون وماء وملح الطعام

## الاستقلاب الهضمي (التفويض)

معظم التفاعلات الكيميائية في الجسم تولّد طاقة فالتنفّس مثلاً، يُطلّق طاقة تفكيك العوكر إلى جزيئات أصغر وهذه الطاقة لا تتولّد نتيجة لتفكك روابط الغلوكوز بل نتيجة لتكوّن روابط أقوى في الجزيئات الأصغر. وتُدعى التفاعلات المطلقة للطاقة تفاعلات تفويضية والعملية تكاملها الاستقلاب الهضمي

## الاستقلاب البناء (الابتاء)

التفاعلات الكيميائية التي تنطوي على بناء تراكمات مُختلفة في الجسم هي تفاعلات ابتائية. وهي، بخلاف التفاعلات التفويضية، تستهلك الطاقة، لا تنتجها. وتستفيد هذه التفاعلات الطاقة اللازمة من جميع التفاعلات التفويضية في الجسم. فتركيب بروتينات الدم مثلاً، ينطوي على بناء جزيئات كبيرة معقّدة من جزيئات بسيطة، ومما يستتبع كمّيّات كبيرة من الطاقة، فهو إذا تفاعل ابتائي والعملية نفسها تُدعى ابتاء.



الدماغ

المرىء

القلب

الرئتان

المعدة

الكبد

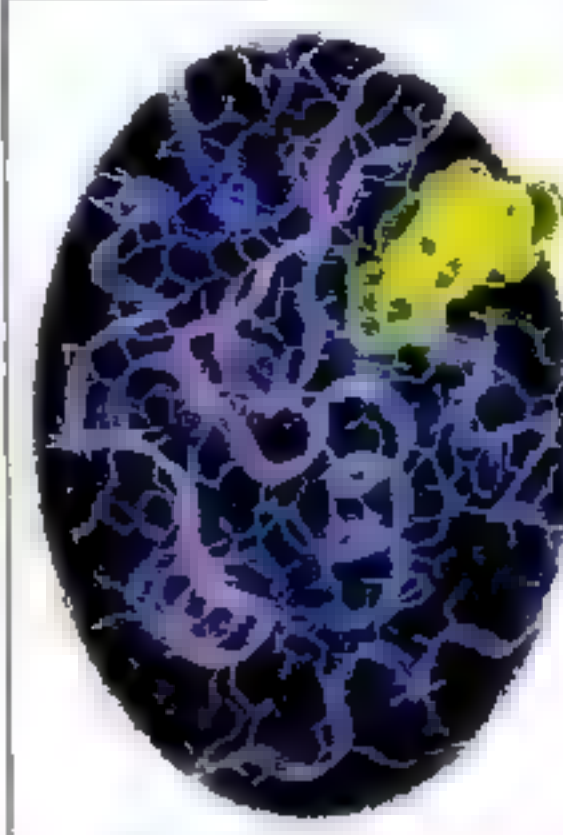
الكبد

الأمعاء



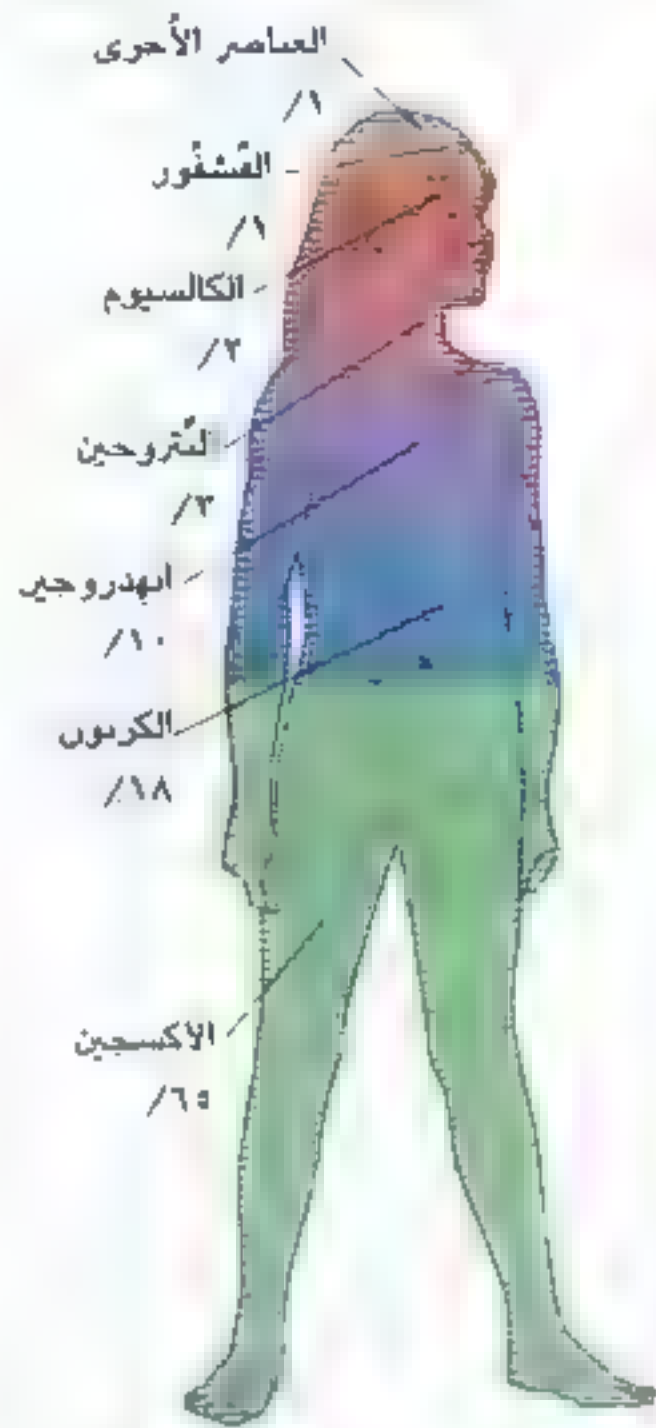
## الأنزيمات

يُسرع الكثير من التفاعلات الكيميائية في الجسم بحفازات مُسمَّاة هي الأنزيمات. يحتضن كلُّ أريمٍ منها بتفاعل مُعَيَّن. وهذه الأنزيمات قادرةٌ بحذيقها على التمييز حتى بين الجزيئات المُشابهة، فلا تُخطئ تفاعلاتها. والأنزيمات حفازات سريعة وفعالة بشكل لافت. وبدونها كانت التفاعلات في أجسامنا من الطَّاء بحيث نستحيل معها الحياة.



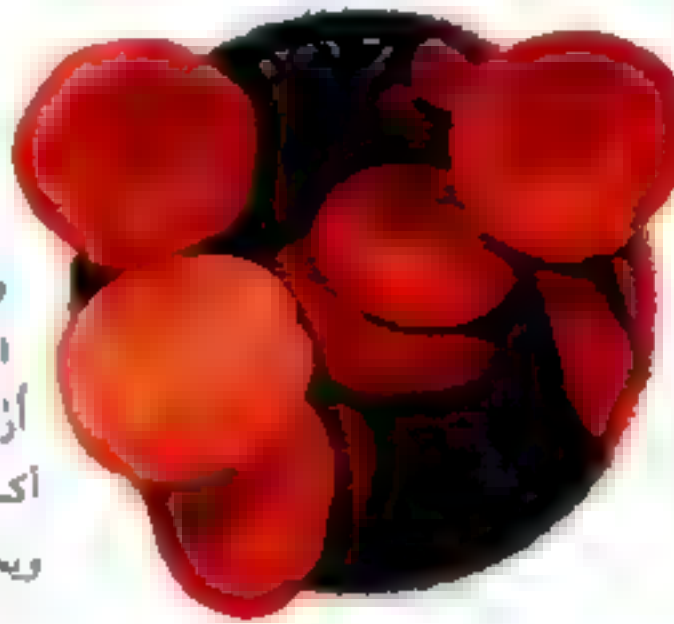
## العناصر الكيميائية في الجسم

تتألف الجسم من عناصر كيميائية مختلفة ومتعددة فالأكسجين والكربون والهيدروجين توجد بوفرة في الدهون والبروتينات والكربوهيدرات التي تتألف مُعظم أنسجة الجسم. ويتواجد التروجين في البروتينات، وتحتوي العظام نسبة عالية من الكالسيوم والفوسفور. أما العناصر النزرة في الجسم فتشمل الحديد، الصوديوم، البوتاسيوم، النحاس، الفارصين، المنيسيوم، اليود، الكلور، السليكون والكبريت. وهي رُغم بواجدها بكميات ضئيلة، ضرورةٌ جداً للحفاظ على سلامة الجسم.



## الكبد

الكبد محطة المُدرة الكيميائية في الجسم. فهي تفرز الصفراء - السائل المُخضِر الذي يُساعد على الهضم. وتخزن الكبد الغلوكوز والفيتامينات والمعادن، كما تُزيل سُموماً الأدوية والكحول من الدَّم. والتفاعلات التي تجري في الكبد مُعظمها من النوع الذي يطلق الحرارة، وهذه الحرارة تنتشر في الجسم بواسطة دَم وتُنقَّت.



## الدَّم

تحتوي كُرَيَّات الدَّم الحُمُر مُركَّزة من الهوتين والحديد يُدعى البُخْمُور (الهيموغلوبين)، وهو يتحد مع الأكسجين في الرتين وينقله إلى سائر خلايا الجسم. وعند انطلاق الأكسجين من الدَّم خلال عملية التنفس الخلوي، يفقد البُخْمُور لونه الأحمر الزاهي ويصبح أزجوانياً. وفي الوقت نفسه يُعادِلُ الهيموغلوبين ثاني أكسيد الكربون (نُضالة الأكسدة) في خلايا الأسجة ويحوِّله إلى الرتين حيث يُرْفَر إلى خارج الجسم.

## التنفس

تحوِّل الطاقة المُحتواة في الطعام إلى الطاقة اللازمة ليقوم الجسم بوظائفه في تفاعل كيميائي هو التنفس. ويحصل هذا التفاعل في كلِّ خلية من الجسم بل في جميع الخلايا الحية في العالم إجمالاً. هالك نوعان من التنفس الهوائي واللاهوائي؛ والتنفس الهوائي يتطلب الأكسجين، ويُطلق الكثير من الطاقة.

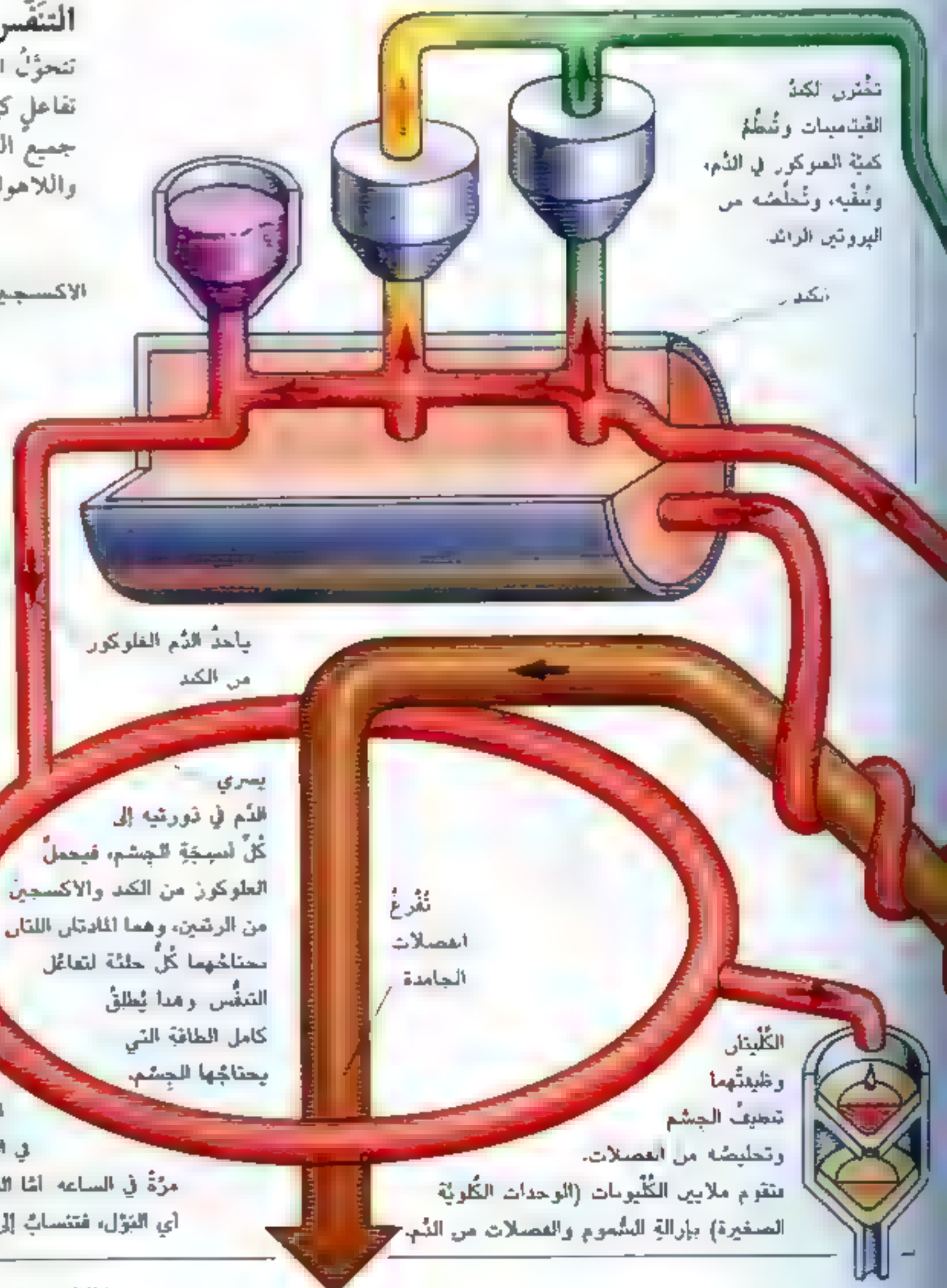
الأكسجين + غلوكوز → ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة

البندقة المشتعلة تبتعث حرارةً وطاقةً ضوئية. وهذا التفاعل يُشبه التنفس الهوائي. ففي كِلتا الحالتين، يتحد الطعام مع الأكسجين لابتعاث الطاقة. لكن لا تُطلق الطاقة داخل الجسم فبما كالأطب، بل تُطلق تدرجياً بشكل كيميائي.

## التنفس اللاهوائي

إذا ركضت بسرعة في سباق ماء، فإن عضلاتك تستهلك لأكسجين بسرعة أكثر مما تستطيع إشتاك ترويده فتلجأ خلايا العضل عندئذ إلى التنفس اللاهوائي لتوفر لك طاقة إضافية. وهذا التفاعل لا يتطلب الأكسجين، لكنه يُنتج طاقة أقل مع حامض اللبني.

غلوكوز + حامض اللبني + طاقة  
يسبب حامض اللبني آثاً وشحاً في العضلات، لذا يأخذ الرياضيون انفاثاً عميقاً في نهاية السباق لإشتعدة اللبني الكالي من الأكسجين وللتخلص من حامض اللبني.



## لمزيد من المعلومات انظر

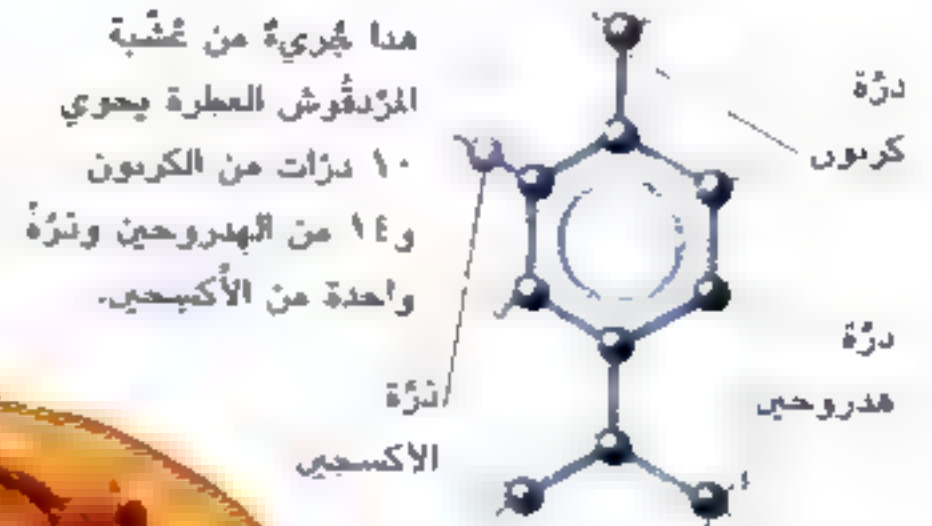
- الحفازات ص ٥٦
- كيمياء الأعذية ص ٧٨
- الهضم ص ٣٤٥
- التنفس الخلوي ص ٣٤٦
- الدَّم ص ٣٤٨
- البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠



# كيمياء الأغذية

لعلَّ عددَ الكيماوياتِ في طعامٍ نأكله يفوقُ ما يُمكنُ أن تجدهُ في مُحْتَبَرٍ. والكثيرُ من هذه الكيماوياتِ ضروريٌّ للحياةِ كالبروتينات والكربوهيدرات والألياف والدهون والفيتامينات والمعادن والماء؛ وجميعُها من أساسياتِ الغذاءِ الصَّحِّيِّ. هنالك أيضًا كيماوياتٌ مُنكَّهةٌ للطعامِ وأخرى أريدُ تلوُّنه. ويُقدَّرُ العلماءُ أنَّ المادةَ

الزيتيةَ في قشرةِ البُرْتقالةِ وحدها تحوي قرابة ٥٠ مُركَّبًا كيماويًا مُختلفًا. عند طهي الطعام، تحدثُ تفاعلاتٌ تُغيِّرُ من طبيعة تلك الكيماويات. والواقع أنَّ في الطبخ والكيمياء أمورًا عديدةً مُشتركة؛ فالكثيرُ من العملياتِ المُستخدمةِ في كليهما كالسخن والمزج والترشيح عملياتٌ مُتماثلة.



## البَيْتْزا الكيماويَّة

البَيْتْزا في حَقِيقَتِها صَحْفٌ من الكيماوياتِ مُعْطَمٌ من المَعْدِنَاتِ المفيدة. والمئاتُ من الكيماوياتِ المُحتلِقةِ في البَيْتْزا ذاتُ صَبْغٍ مُعْقَدةٍ حدًّا. أنظر مثلاً صَبْغَةَ التَرْكيبِ المَعْقَدةِ، أعلاه، التي تُكسِبُ عُشْبَةَ المُرْدَقُوشِ نكهَةً المُمَيِّزةَ

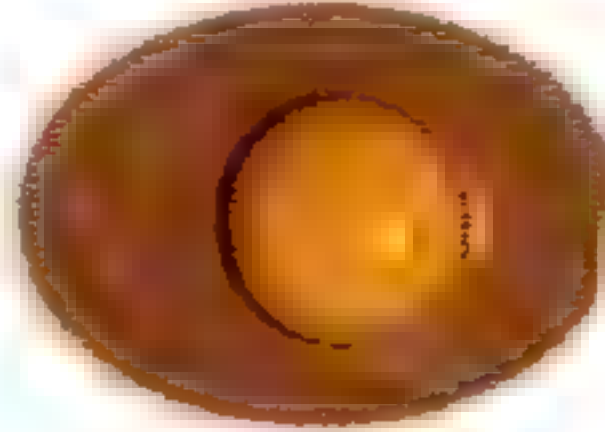


## إِخْتِبَارُ (الكشف عن) البروتين

يُخْتَبَرُ العلماءُ الطعامَ للكشف عن وُجُودِ البروتيناتِ بِفَرْسِ عَيْنِهِ مِنْهُ فِي المَاءِ وإضافةً محلولِ هيدروكسيد الصوديوم المُخَفَّفِ مُتَّبِعًا بِبَضْعَةِ قَطْرَاتٍ مِنْ محلولِ كبريتات النُّحاسِ. فَإِنَّ تَغْيِيرَ لَوْنِ المحلولِ مِنَ الأزرقِ المَانِحِ إِلَى الأرجوانيِ الشَّاحِبِ دَلٌّ عَلَى وُجُودِ البروتينِ فِي الطعامِ



البروتين غير موجود

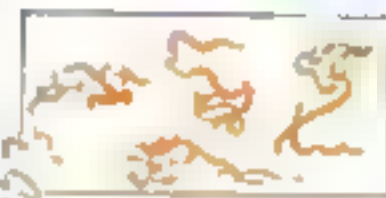


سلاسلُ البروتينِ في مَبْصُوعَةٍ بينة بَيَضَةً مُنْتَطَعَةً اللَوْنِ



البروتين موجود

بالسخن تبدأ سلاسلُ البروتين بالانجذاب



وبالجلابها تتناشَبُ السلاسلُ بعضها مع بعض فتكوِّنُ شَبَكَةً جامِدةً



**المعادن**  
المعادنُ موادٌّ لا عضويَّةٌ، الكَمِّيَّاتُ القليلةُ من بعضها ضروريَّةٌ في وَجَبَاتِنَا. هذه المعادنُ الحاويةُ لعنصرِ الكالسيوم والحديد والنحاسيوم والمغنسيوم يُذَيِّبُها المَاءُ مِنَ التُّرْبَةِ، فتمتصُّها جُدُورُ النباتاتِ الناميةِ فِي التُّرْبَةِ. وَحِينَ نَأْكُلُ تلكَ السَّمَكَاتِ فإنَّنا نَتَرَوُّ أَيْضًا بِمَا تَحْتَوِيهِ مِنْ مَعَادِنٍ



## إِخْتِبَارُ (الكشف عن) الدَّهُونِ

جُزْئَاتُ الدَّهُونِ ضَخْمَةٌ تحوي الكربون والهيدروجين والأكسجين وتتناوَرُ الدَّهُونُ فِي بعضِ الأغذية كَالْحَمْسِ وَالْفَسَقِ وَالزُّبْدِ ويمكنُ الكشفُ عَنِ الدَّهْنِ فِي عَيْنِهِ عِدَانَةً بِرُخْهَا فِي الإِبْشَارِ الَّذِي يُدَبِّتُ الدَّهْنُ وَيُحْمِلُ مَحْلُولًا صَافِيًا ثُمَّ يُصَبُّ هَذَا المَحْلُولُ فِي أَسْبُوبِ إِخْتِبَارٍ يحوي القليلَ مِنَ المَاءِ وَحِينَ إِنَّ الدَّهْنَ لَا تَذُوبُ فِي المَاءِ فَإِنَّ المَاءَ يَرْتَدُّ بِقَطْرَاتٍ الدَّهْنِ الصَّغِيرَةِ إِذَا احتوتِ العَيْنُ

الدَّهْنُ غير موجود



الدَّهْنُ موجود

## البروتينات

البروتيناتُ كيماوياتٌ مابِةٌ للأسبَجةِ الحيَّةِ تتوافَرُ فِي عَدِيدٍ مِنَ الأعذيةِ كَالْبَصِّ واللَّحْمِ والحُورِ واللَّبَنِ والبقولِ وَهِيَ تتألفُ مِنْ ذَرَّاتِ الكربونِ والسُّورِوجِينِ والكُربِتِ والأكسجينِ والهيدروجينِ وتتصامُ بعضُ الجُزْئَاتِ البروتينيَّةِ فِي سلاسلٍ لَوْنِيَّةٍ طَوِيلَةٍ إِذَا طُهِنَتْ نَصْفَةً مَثَلًا، تَبْدَأُ جُزْئَاتُ البروتينِ بالتخلُّلِ مِنْ سلاسلِها، ثُمَّ تناسِبُ بعضها مع بعضِ فِي شَبَكَةٍ جامِدةٍ؛ وَهَكَذَا يَصِيرُ أَحُ البَيْضَةِ البروتينيِ جامِدًا عِنْدَ القَلْيِ أَوْ السَّلْقِ.



## كيماوياتُ البَصْلِ

نَمَادًا نَذَمُغُ غَيَّابَكَ عِنْدَ تَقْلِيعِ النَصْلِ؟ السُّبُّ هُوَ أَنَّ النَصْلَ يحوي بعضَ المَرَكِّبَاتِ الكِيمِيَّةِ الغريبةِ التي تتفاعلُ مع أوكسجينِ الهَوَاءِ لِتُكوِّنَ كيماوياتَ حَادَّةً الرائحةِ تَسِيلُ الدَّمْعَ مِنَ العَيْنَيْنِ. وَقَدْ اكْتَشَفَ العلماءُ مُؤَخَّرًا أَنَّ مِثْلَ هذهِ المَرَكِّبَاتِ الكِيمِيَّةِ قد تُفِيدُ فِي مُعَالِجَةِ الرُّبُو.



الفيتامينات

الفيتامينات مجموعة متنوعة من المواد العضوية ضرورية جدًا، بكميات ضئيلة، سلامة النمو وصحة الجسم ولعمل وهي متوفرة في العديد من الأغذية كالحمضيات (فيتامين ج) والحماض (فيتامين أ و ك) والجرر (فيتامين أ) وحر الدم بكمية (فيتامين ب) والسلمك (فيتامين د)

فيتامين ج  
غير موجود

الحفظ بالليمون الحامض

المواكة المقطعة حديثًا، كالشماح والمور، تسمم تعرضها للهواء. نشطة لتدغل كيميائياتها مع الأكسجين وتسرع هذا التدغل أريتم في المذاقه نفسها. ولما كانت الأريما حاسة جدًا لتغيرات الحمضية، فإن تدغل الأشمار يمكنه بإصافه عصير الليمون إلى الماكة المقطعة حدث

فيتامين ج  
موجود

إختيار زوتر لفيتامين ج

حيدر زوتر يعمد على رة زرقه كاشفه (ثاني كلور الفينول إندو فينول) فإذا حصل هذا التغير بإضافة غيئة من الطعام (مهروسة في الماء) إلى الضغ لمدكور، يكون الفيتامين ج موجودًا في الطعام.

السكريات

حلاوة الثريات ولعنت داحمة عن السكريات المختلفة وهي كيمويوت تتألف من كبريون واهندروجن والأكسجين. أنسط أنواع السكريات هو المدكور، وصعته الكيميائية هي، أو ومن السكريات البسيطة أبف السكر (سكر النش) والفركور (سكر المذاقه) وله يند السكر الموم مادة للمطبخ صط. هذا لكامايون الصاعون يحوتونه إلى كيمويوت صاعه نستخدم في صنع الدهانات والمنظفات

السكر غير  
موجود

السكر  
موجود

كرملة (أو تعصيد) السكر

عند إحماء السكر تبدأ خريباته بانمكت ويصير منها الماء فإذا استمر الإحماء يكومل السكر ليصبح عصديًا لرخا منمرًا ونستخدم الكرملات في ملويز الحل والصلصات وبعض المأكولات

سكر مكومل  
(مخروق) الأخرى

إختيار (الكشف عن) السكر

يمكن كشف عن السكر في الطعام بهرس غيئة مه في الماء وإصافة قليل من محلول بيديكت الأزرق إليها. فإذا تغير اللون إلى برتقالي تسمم عند إحماء المريح، يكون السكر موجودًا في الطعام

مأكولات  
سكرية

حفظ الأغذية

تصد الأغذية الطازجة، كالسلك، بسرعة إذا تركت معرضة للهواء، لأن المكروبات (الجراثيم) المؤدية تبدأ بالتكاثر فيها وعليها ويمكن حفظ الأغذية بقتل تلك المكروبات أو تثبيط نمائها بإحدى الوسائل المعروفة التالية: التجميد، التملح، التدخين أو التحليل أما زيادة كل الجراثيم في الطعام فتتم بإحدى طريقتين: التسخين (حوالي ١٦٠°س) أو التشيع



تدخن الأسماك

فوق نار الحطب. فحرارة النار وكيمويوت الأخان تطن وتشتت تنامي المكروبات، كما يضل التدخين مكملة على الطعام وتغير أديمه

إختيار (الكشف عن) النشا

يمكن الكشف عن النشا بهرس غيئة من الطعام في الماء وإضافة بصع قطرات من محلول اليود. فإذا تحول اللون إلى زرقه مسودة يكون النشا موجودًا في الطعام

النشا غير  
موجود

المعكروت  
والبطاطا والأرز  
جميعها تحوي  
النشا

خبيبات النشا في  
الماء، مكورة ٦ مرة

النشا

المأكولات الشوية، كالخبز والتطاطا ولأرز والمعكرونة تتألف من خريبات سكرية مترابطة معًا في سلاسل طويلة - فالنشا والسكر هما من الكربوهيدرات. يضاف نشا الضحين لتعليق الصلصات والمرق؛ فقد تسحين خبيبات النشا في الماء، بدخلها بعض الماء فيغد بين خريبات النشا الممردة فتتفك الخبيبات حتى تمجر مباشرة خريبات نشا في السائل المحيط فيتعلق

سموم المأكولات

تحتوي بعض المأكولات طبيعيًا كميات قليلة من السموم. تبرز إذا ما أحدثت جرعات كبيرة. فالموز يحوي مادة كيميائية قد تسبب الهلوسة. والبطاطا المحصاة تحوي السولانين وهو سم يسبب ألم المعدة. ويحوي الجبن النضيج مادة التيرامين الوثيقة العلاقة بهرمون الأدرينالين في أحسامنا، فتؤثر في سرعة النقص وتسبب الكوابيس.



لمزيد من المعلومات انظر

- الكيمياء العضوية ص ٤١
- التحليل الكيميائي ص ٦٢
- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- الإخيمار ص ٨٠
- صاعة الأعدي ص ٩٢
- الغذاء ص ٣٤٢
- الإغذاء ص ٣٤٣



# الإِخْتِمَار

عُرفَ الإِخْتِمَارُ منذَ آلافِ السنين في صُنْعِ الخُبْزِ واللَّبَنِ الرائب والجِعة والنَّبِيذ. واليوم، إضافةً إلى استخدامه في صُنْعِ الأغذية والمشروبات الكحولية يُستخدم الإِخْتِمَارُ في صُنْعِ الأدوية كالبنسلين، والكيماويات كالميثانول وحامض الستريك. والإِخْتِمَارُ عمليةٌ كيميائيةٌ تقوم بها مَعضَيَاتٌ مجهريةٌ تدعى الخُمائر، وهي تنمو بتحويل سُكَّرِ الأغذية، وخاصة سُكَّرِ الفواكه والحبوب، إلى كحول وثاني أكسيد الكربون. ويَحْتَمِلُ أَنَّ اكْتِشافَ الإِخْتِمَارِ كان صدفةً في فواكة أو حبوبٍ اختُرنت في أوعيةٍ مُقفلة. والخُمائرُ هي من المِكروبات المُفيدة المأمونة المستخدمة على نطاقٍ واسع. وهي كغيرها من المِكروبات قادرةٌ على العيش في كُلِّ مكانٍ تقريباً. لكنَّ لِسَتْ كُلِّ المِكروبات صالحةً للأكل - فالكثيرُ منها مُؤذٍ وسامٌ.

## صُنْعُ الخُبْزِ

الخميرة هي أحدُ مُقَوِّماتِ الخُبْزِ. فبعدَ عمليةِ العجنِ يُوضَعُ العجينُ في مكانٍ دافئ، حيثُ تنفُخُ الخميرة الأكسجينَ هوائياً، مُعْتَديةً بالسُّكَّرِياتِ - ممكَّنةً إيَّها إلى ماءٍ وغازٍ ثاني أكسيد الكربون يتنفخ به العجين. وعند الحيرِ تفتُلُ الخميرةُ ويشمُّدُ ثاني أكسيد الكربون ويُحرِّقُ الماءَ فيُكسبُ الخُبْزَ سُجَّةً بِسُجَّةٍ. أم الخُبْزُ المُحضَّرُ من عجينٍ بلا خميرة فلا يتنفخ بالخير ويُدعى فطيراً.



يُحدِّدُ بعضُ  
الهرمونات في  
الطحين، بعد  
إضافة الماء  
وعجن العجين،  
مُكوِّناً شبكةً قويةً  
ومطاطة من  
الجليات.

## الإِخْتِمَارُ الأوَّلُ

كانَ المصريون القدماء أوَّلَ من صَنَعَ الخُبْزَ الخمير منذَ ٥٠٠٠ سنة. وكانوا يحتفظون دوماً ببعضِ العجينة المخمرة ليضيفوها إلى العجينة التالية لِتخميرها. ولا يزالُ أهلُ الأريافِ يستخدمون الوسيلة نفسها في تخمير عجائنهم.



## الكُحُولُ

في ظروفِ التهوية العادية تنفُخُ الخمائرُ الماءَ وثاني أكسيد الكربون بالنتفسِ الهوائي (كما في صُنْعِ الخُبْزِ)، أمَّا في ظروفِ انعدامِ التهوية فإنَّها تلجأُ إلى النتفسِ اللاهوائي مُنتجةً الكُحُولَ وثاني أكسيد الكربون. لذا تُحضَّرُ المشروباتُ الكحولية في أوعيةٍ مُقفلة. وللمعروف أنه عندما ترتفعُ يَسْبُتُ الكُحُولُ في المحلولِ إلى قُرابة ١٤٪، تتسَمُّ الخمائرُ ويتوقف التخمير. وهكذا لا يمكنُ صُنْعُ مشروباتٍ كحوليةٍ يريد مُحتواها من الكُحُولِ على ١٤٪ بطريقة الإِخْتِمَارِ فقط.

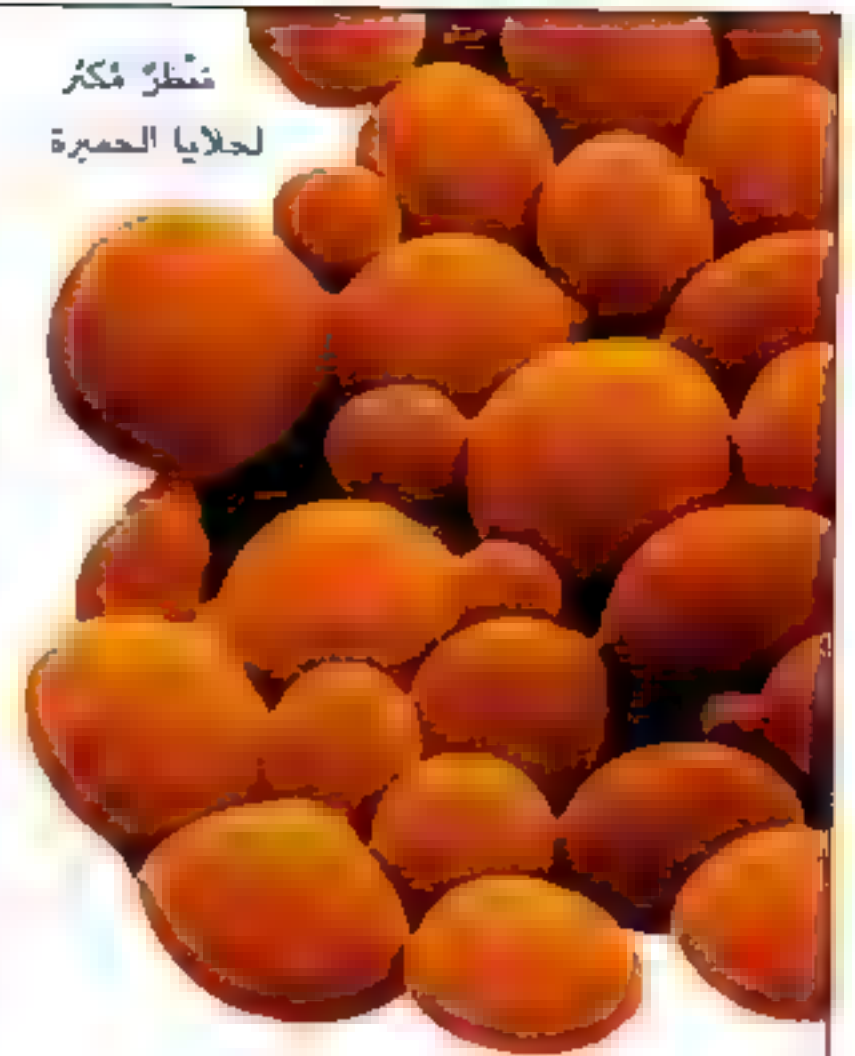


## الجُبْنُ الأزرق

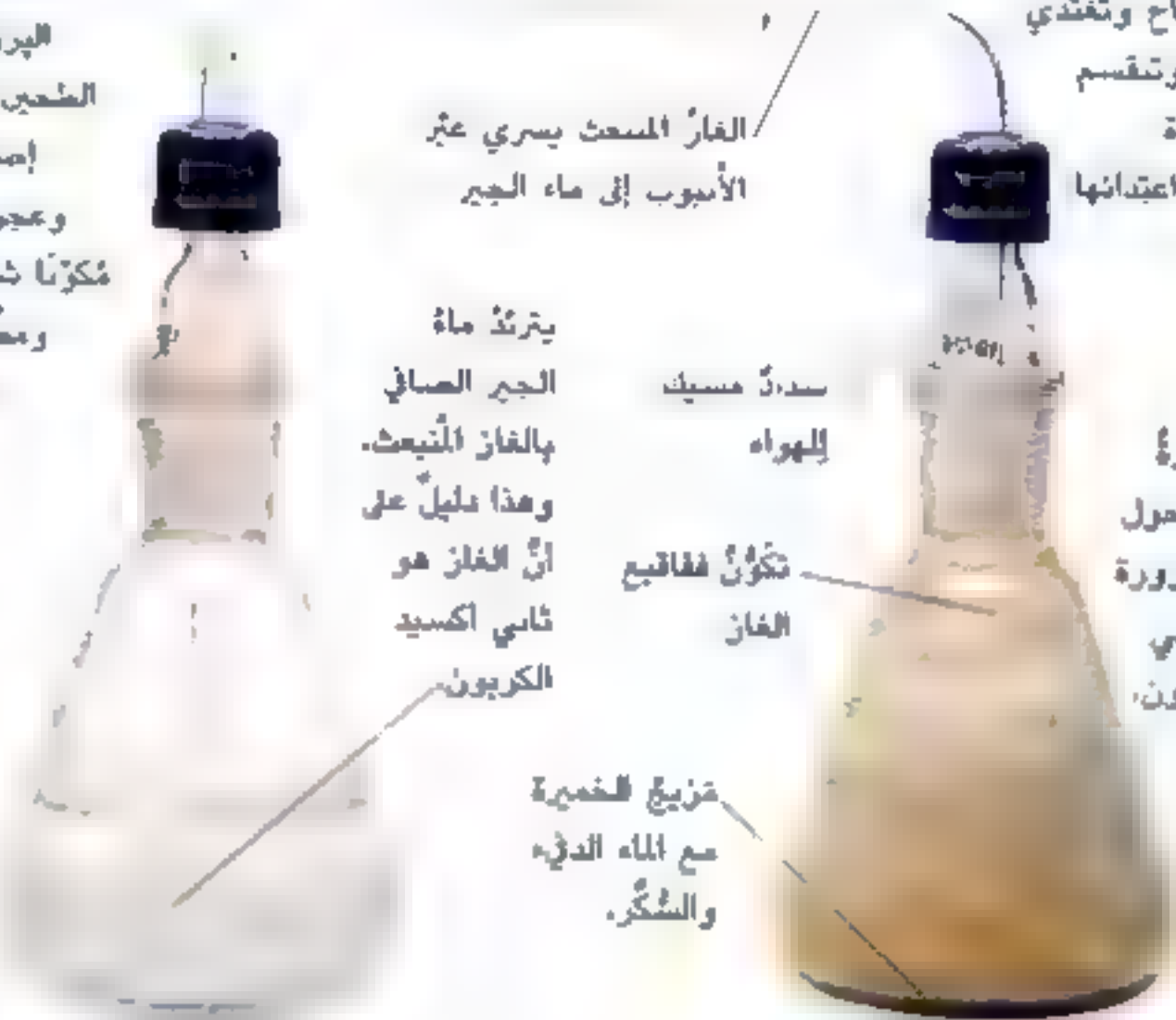
يُضَافُ نوعٌ خاصٌ من عِصِ البنسلين إلى الجُبْنِ الأزرق ليكسبه لونه وطعماً المميزين. وخلال عملية نضج الجُبْنِ تحدث فيه تغيُّراتٌ صغيرة، يَأْتِي من العولاد الذي لا يَصْدَأُ، بِضَمَانٍ وَجُودِ كَمِّيَّةٍ كافيةٍ من الأكسجين لِمُزَعِ العِصِ.



نَظَرٌ مُكَبَّرٌ  
لِحَلَايَا الخميرة



الخمائر مُتعضِّباتٌ مجهرية، تنمو على سطحِ الفواكه الخارجية كالعنب والتفاح وتغذي بالسُّكَّرِياتِ وتنقسم حَلَايَا الخميرة مُسرَّعةً أثناء اعتدائها



تُحوَّلُ الخميرةُ السُّكَّرُ إلى كحولٍ يبقى في القارورة وغازٍ هو ثاني أكسيد الكربون.

## الخُميرة

إذا تُركَ مزيجٌ من الخميرة والسُّكَّرِ والماء الدافئ جانباً، تظهرُ فقائِعٌ من الغاز عند اعتِمَالِ الخميرة. وإذا أُبْرِ هذا الغاز في ماء الجير (محلول الكالسيوم في الماء)، يَرَبِّدُ ماء الجير الصافي بتكوُّنِ كربونات الكالسيوم غير الذوابة في الماء. وهذا يَهِرِّهَانُ على أَنَّ الغاز هو ثاني أكسيد الكربون. إنَّ نتفسَ الخمائر هو نتفسٌ لاهوائي يعني أنها تغذي بالسُّكَّرِ مُباشرةً - مُحوِّلةً إيَّاه إلى كُحُولٍ، يَبْقَى في القارورة، وغازٍ هو ثاني أكسيد الكربون.



المُلتصَّاتُ مُكَبَّرَةٌ.

## اللَّبَنِ الرائب

يُحضَّرُ اللَّبَنِ الرائبُ بإضافة بكتيريا مُعَيَّنة (المُلتصَّات) إلى اللَّبَنِ وترجِهَ يَحْتَمِرُ لاهوائياً فتكاثر البكتيريا وتُعلِّطُ اللَّبَنِ حافصةً مُحتوية السُّكَّرِ به بتحويل سُكَّرِ اللَّبَنِ (اللاكتوز) إلى حامضٍ لِلْبَيْك. لذا فإنَّ تَلَقُّمَ اللَّبَنِ الرائب الطبيعي حَذِيقٌ

## لمزيد من المعلومات انظر

- كيمياء الجسم البشري ص ٧٦
- كيمياء لأعدي ص ٧٨
- المتعضيات الوحيدة الخلية ص ٣١٤
- الفطريات ص ٣١٥
- التكاثر اللاجنسي ص ٣٦٦



# المواد

تخيّل أنّك تتعلّل جِذاءً من الحَرَسانة أو تركّب درَاجةً من الرّجّاج! إنّ ذلك غسيرٌ وخطرٌ حقّاً. هاتان مادّتان فقط من الموادّ الكثيرة التي نستخدمها في حياتنا اليوميّة - لكنّ طبقاً ليس لبمشي ولا لصنع الدراجات! إنّ معظم ما يُحيط بنا من موادّ هي موادّ مُحوَّلةٌ عمّا كانت عليه في حالتها الطبيعيّة، التي هي أصلاً موادّ من الأرض أو الماء أو حتّى من الهواء. فالعملياتُ الكيماويّة تُحوّل الموادّ الخامّ هذه إلى موادّ ذات خصائصٍ مُعيّنة يتسنى لنا استخدامها. فموادّ مَلايسينا، مثلاً، مُصنّعة من أليافٍ ليّنةٍ مطاطيّةٍ مقاومةٍ للحرّ تحلّ محلّ مُريحةٍ ومُتينة.

## موادّ مُستخدمة في لعبة التّيس

تتلاءم جميع الموادّ المستخدمة في لعبة التّيس تماماً مع طبيعة كلّ منها. فالمتضارب متينٌ بتصميم قويّ كي تتحكّن من ضدّ الكرات المُتطلّقة بسرعة فائقة، والكرات مُصنّعة من موادّ متينة مرنة لا يُمرّقها الارتطام بالمضرب أو بأرض الملعب. كذلك فإنّ أحذية التّيس وأرض الملعب مُعالجة ومُصمّمة لمقاومة الحرّ أو البري الدّرع عن براكص اللاعبين في طول الملعب وغرضه.

## الفخاريّات

مُدّ حوالي ٧٠٠٠ سنة، اكتشف الناس إمكانيّة تحويل الطين بالإحماء إلى مادة طليّة قسّمة. فيتشكيلهم الطين من أشي، سدّعو ضِع اعصاف ولاكواب وحرر حرط صعامهم وشربهم. فكان الفخار (أو الفخّار الصّيح) أحد أوّل الموادّ التي صمّمها الإنسان



## استخراج الحديد

مُدّ ٣٥٠٠ سنة اكتشف الحثون، سُكّن ما نعرف اليوم باسم برك كشمه استخراج الحديد. وسُخّص سرّ طريقهم بإحماء حامات الحديد مع حمّة الحطب المُحترق، فيحصلون على المعدن (الحديد المُصنوع) ليُوربَ تسمّخ بتقريبه غُدّاً واسلحة



## مُكنّنة صناعة القماش

مُدّ عام ٨٠٠٠ ق.م. عرف الناس غزل ألياف طبيعيّة وحياكها بشكلي أو بأحر لصنع القماش. وفي أواخر القرن الثامن عشر، اخترع الأوروبيون مكبب لغزل والحاكّة بعمل بالقمرة الشحارّة



نُصنع قُبعة الرياضة من القطن، لمتيقى شهوّة باردة.

النظارات الشمسيّة المصنوعة من الكيماويّات البصريّة حقيفة ومأمونة الاستعمال.

نُصنع إطار مضرب النّس من لدنة تحوي العرافيت ومقصر مُعطى بالحلّد الاصطناعي، ووتر لدائنيّة مُصنّعة

نُصنع حوارث الرياضة من الألياف الطبيعيّة لحفظ القدمين شهوّة باردة

الحشب مادة طليّة مُتينة تُنحَد من الأشجار.

نُصنع ملابس الرياضة من موادّ قويّة ومُريحة كالقطن والبوليستر والبيلون

يتألّف الوُزق من ألياف طبيعيّة تُصنّعها الأشجار.

نُصنع أحذية الرياضة من الجلد أو القماش المتين وتجهّز بنبغال مطاطيّة مرونة.

نُصنع خُراث التّيس من المطاط والبيلون والألياف الطبيعيّة

## من الحديد إلى الفولاذ

لم يكن صُاع المعادن لأوّل بجهلون أنّ الكربون يُصلّد الحديد. عام ١٧٤٠، أسكر المعادني لرياضي، بحدس هشمان، طريقة لضبط كمّيّة الكربون المناسبة لإنتاج معدن مُتميّز قويّ من الحديد يدعى الفولاذ. ويُستخدم الفولاذ الآن في تصنيع سبيلو لا خطر لها من المُنتجات من الإبر إلى هياكل السّارات



## قَصْرُ اللدائن

في الخمسينيّات من القرن التاسع عشر، صنّع الكيماويّ البريطاني، ألكسندر باركين، أوّل مادة لدنيّة. ولبوم يصنّع اللدائن المختلفة من الكيماويّات البصريّة، وتستخدم في صناعة اللّعب والكثير من المُنتجات المنزليّة كالكراسي والغلب والأطواق وغيرها



# صناعة الكيماويات

المواد المصنعة كيماوياً تُحيط بنا حيثما نكون، بل إن بعضها يتواجد في داحلنا أيضاً. ويتفاوت مدى هذه المواد الشائع من دهانات السيارات إلى مختلف أنواع المأكولات. وتُصنع كل مادة أو مجموعة مواد في وحدة صناعية خاصة؛ فتعالج المواد الخام، كالمعادن والفلط والماء والفحم والغاز وكثير سواها، بتفاعلات كيماوية تحولها إلى مواد مفيدة تُقل إلى مختلف أقطار العالم ليستخدمها الناس ويتعموا بفوائدها. والمنشآت الصناعية الكيماوية هذه عالية التكلفة بناءً وتشغيلاً؛ وهي تشكّل إحدى أكبر الصناعات في العالم، وتستهدف تقديم مصنوعات مفيدة ومتنوعة بأسعار في متناول الجميع.



الطاقة توفر القدرة  
اللازمة لتشغيل  
المصنع

في خط الأنابيب

تُملأ الأنابيب المتعددة الألوان اسوان  
والعربات الكيماوية والحجر وماء الخرد  
إلى مختلف أنحاء لمصنع لحدث

يُجرى فحص  
من المواد الخام  
قرب المصنع

يراعى في اختيار موقع المصنع وفرة  
المواد الخام وسهولة انتقال الفُعال  
والمصانع.

تُقل المصنع هم من  
سكان المناطق  
المجاورة علناً

## موقع المصنع

يبحث أن توفر احتياجات  
المصنع من مواد خام وطاقة وماء  
على مقربة من موقعه ليعمل بفعالية  
ويراعى في اختيار الموقع أيضاً توافر سبل النقل  
والمواصلات القليلة التكلفة لتصريف المنتجات.  
أما الثغابات والعصلات فيسفي تصريفها بعناية بالغة  
فقد يتأخر بعضها لإعادة التدوير وتُصنع مواد  
مفيدة أخرى؛ وما لا يصلح منها للبيع يُعالج  
لتلافي ضرره وأخطاره.

مركز نقل  
المواد

تأكل الانفاذ كثرات  
تُصنع من نفات  
الطعام السليمه

يُعاد تدوير بعض العصلات والنفايات  
لتصنيع منتجات أخرى

## السلامة العامة

التفاعلات الكيماوية قد تنتج أذى سامة أو  
تُسبب حرائق وانفجارات وينبغي من هذه  
الأخطار تجهيز المصانع بمعدات الأمان  
وأنظمة الإنذار، ويزوّد العاملون بالملاص  
الواقية وتعليمات التصرف السليم في  
حالات الطوارئ

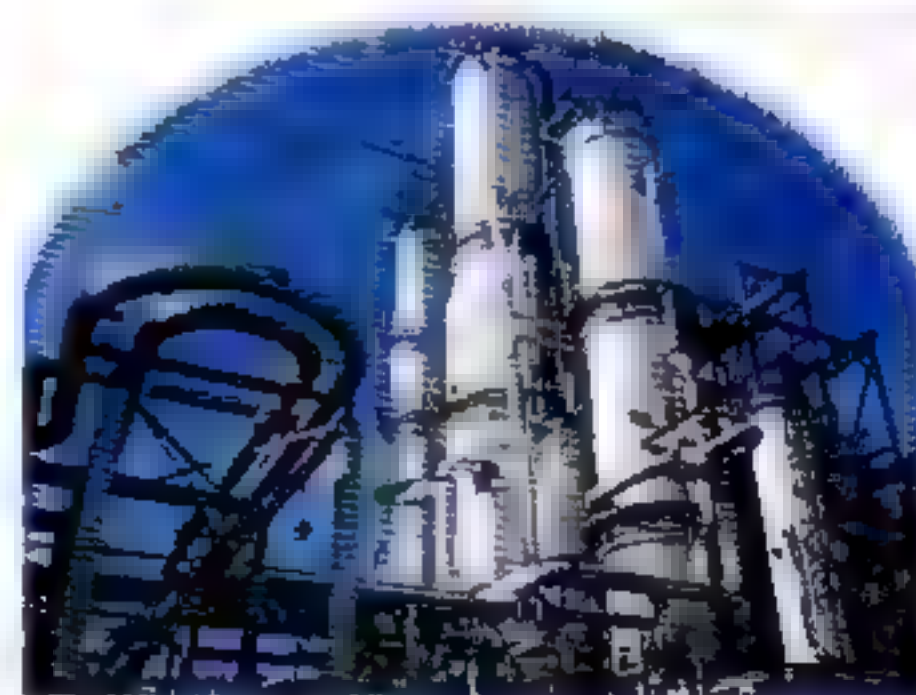


قرب الموقع من طرق  
المواصلات البرية والبحرية  
ضروري لشحن المواد  
بسرعة وفعالية



## نموذج مصغر

قبل بناء المصنع الكيماوي،  
يُصنّف له نموذج مصغر  
أحادي، وتُمرر الكيماويات  
في أحبره لدراسة سرامه  
مختلف مراحل العمله  
وأجهزتها ولتأكد من سلامتها  
وصلاحيتها. وحين يتأكد  
للعلماء ذلك يُصار إلى شيد  
لمصنع بالمحجم الحقيقي



## من النموذج إلى الأصل

عندما تنتج تجارب النموذج  
المصغر، ويتم تقصي إمكانية إنتاج  
المادة لمطلوبه بكمية رحيه، تُكثّر  
قياس تجهيزات النموذج وعملائه  
لإنشاء المصنع الحقيقي

## المزيد من المعلومات أنظر

التفاعلات الكيماوية ص ٥٢  
لماء - معالجة وصناعاته ص ٨٣  
التلوث الصناعي ص ١١٢  
مصادر الطاقة ص ١٣٤  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الماء - مُعالَجَتُهُ وصِنَاعَاتُهُ

يستطيع الإنسان العيش بدون ماء قرابة ستة أيام، لكن الصناعات في معظمها تتوقف فوراً عن العمل بدونه. فالصناعة بحاجة إلى كميات كبيرة من الماء لتصنيع كل ما نستخدمه تقريباً من مواد. ففي كل يوم، تستهلك الصناعات في العالم من الماء أربعة أضعاف ما يستهلكه جميع الناس في منازلهم. المطر هو المصدر الرئيسي لكل هذه المياه، لكن يجب تنقيتها قبل الاستعمال. فالمطر المتساقط على الأرض ينساب في جداول وأنهار، أو يغور في الأرض إلى الطبقات الصخرية. وهكذا، يلتقط الماء، في مساراته المختلفة، جسيمات صغيرة من الصخر أو بكتيريا من التربة أو كيماويات مذابة من أيما شيء تقريباً يمر به أو فوقه.

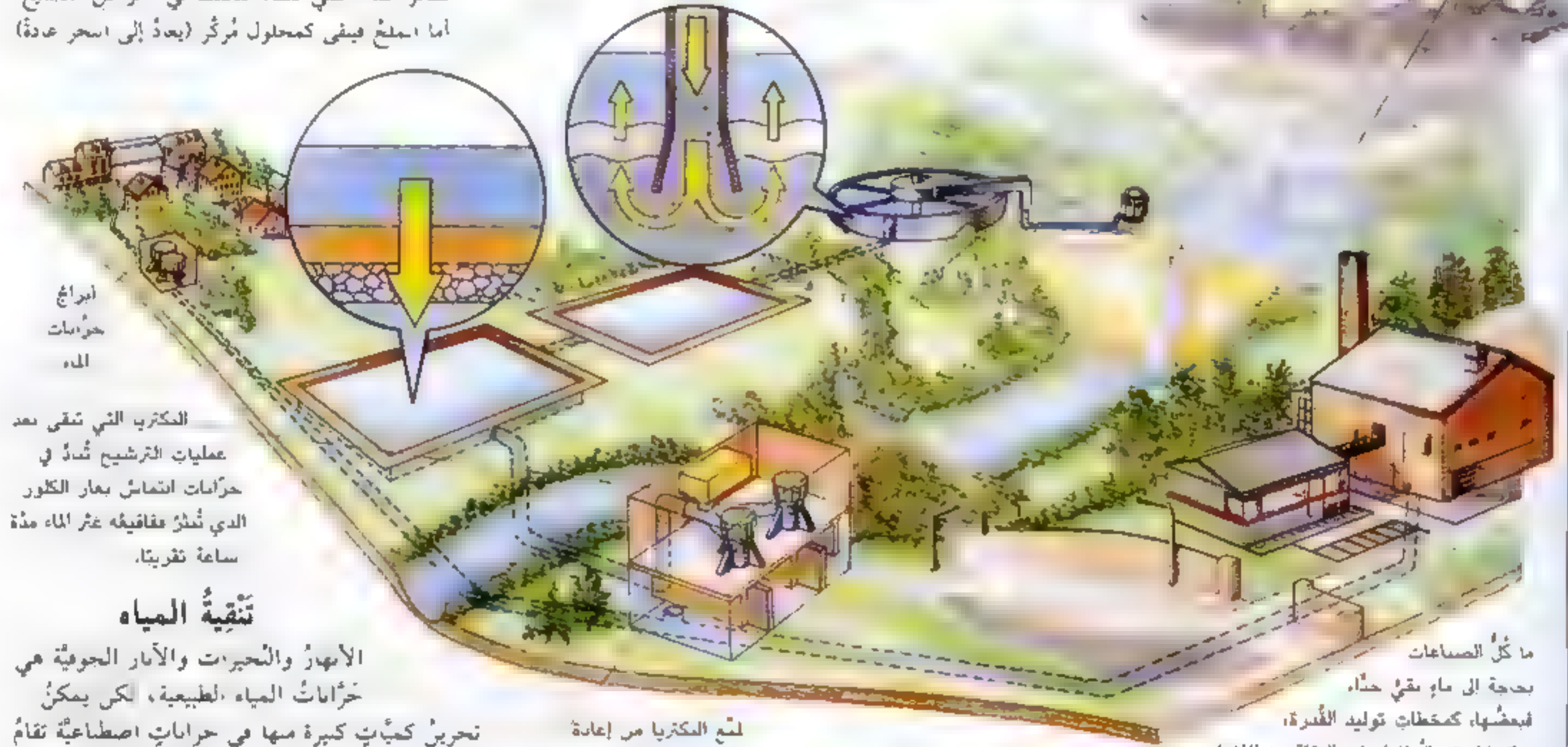
## إزالة الملوحة (التحلية)

في بعض مناطق العالم حيث تنبع الأمطار (كما في منطقة الشرق الأوسط) يحصل الناس على الماء من البحر بالحلّة وإحمااء ماء البحر تحت ضغط حبيب، تنقى الماء النقي فقط، فتكثف في أحواض التجميع أما السطح فيبقى كمحلول متركز (يعدّ إلى اسحر عادة)

يمرّ الماء عبر طبقات من الرمل والحصى، تحتس ما به من أوساخ

في المرشح الكيماوي يُضاف الشب (كبريتات الألومنيوم) والجير (هيدروكسيد الكالسيوم) فيسحقان مادة لرحه (هي هيدروكسيد الألومنيوم) تحتس فشمطعات الماء وترسبها.

يُلتجّر الماء خلف سدّ التجميع.



أبراج حرّيات الماء

المكثّر النقي تنقى بعد عمليات الترشيح شدّ في حرّيات انتماش بعار الكلور الذي تُنثر مفاقيفه عثر الماء مدة ساعة تقريباً.

## تنقية المياه

الأنهار والبحيرات والآبار الجوفية هي خزانات المياه الطبيعية، لكن يمكن تحرير كميات كبيرة منها في حرّيات اصطباغية تقام على مقربة من المصانع والمنازل. قبل الاستعمال تنقى مياه الحرّيات بتمريرها أولاً عبر مضخات كبيرة، لإزالة الأجسام الغريبة كالنفايات والأوساخ العالقة فيها، ثم تُرشح في مرشحات ضخمة من طبقات الحصى والرمل والكيماويات لإزالة الجسيمات الأصغر التي قد تحتّ ذواخل جدران الآبار أو تلحق الضرر بالتجهيزات الصناعية، أو تُعكر مياه الشرب. أما البكتيريا والفيروسات الممرضة (أو المميتة أحياناً)، فتعالج بفضّ بفاقيع غازات سامة لها في الماء كالكلور والأوزون.

لمع المكثّر من إعادة ملوثة الماء، تُترك فيه مقادير قليلة من الكلور عندما يُصحّ إلى المنازل

تُستخدم كمّة صحمة من الماء في تصنيع سيارّة

ما كلّ الصناعات بحاجة إلى ماء نقي جداً، فبعضها كمخطّات توليد القدرة، يمكنها استعمال المياه غير النقية من الأنهار أو من البحر مباشرة

## استخدام الماء في الصناعة

تستخدم الصناعة كمّيات كبيرة من المياه لتبريد الأفران حيث يجري لعميات الكسويّة المقلّعة لحرارة، أو لتوفير الوسط المناسب لحدوث شتى لتفاعلات، أو في موبد اشجار لإدارة مصحّة أو توليد كهربائي والماء كذلك مُدبّ فذّب لكثير من المواد، مُحوّلًا إياها إلى محاليل مُحقّقة سهلة التناول كما يُستخدمة لتنظيف المواد والمعدات والموقع

شراب الليمون دوش مولان ستاره

## حقائق مائية

تصنع سيارّة واحدة بطلت ٣٠,٠٠٠ لتر من الماء، ويطلت تحصيل طن واحد من المولاذ ٤٥٠٠ لتر بالمقدرة فإن الدوش يستهلك قرابه ٣٥ لراً من الماء، واللتر الواحد من شراب الليمون (المُرْكُز) ٨ لترات من الماء



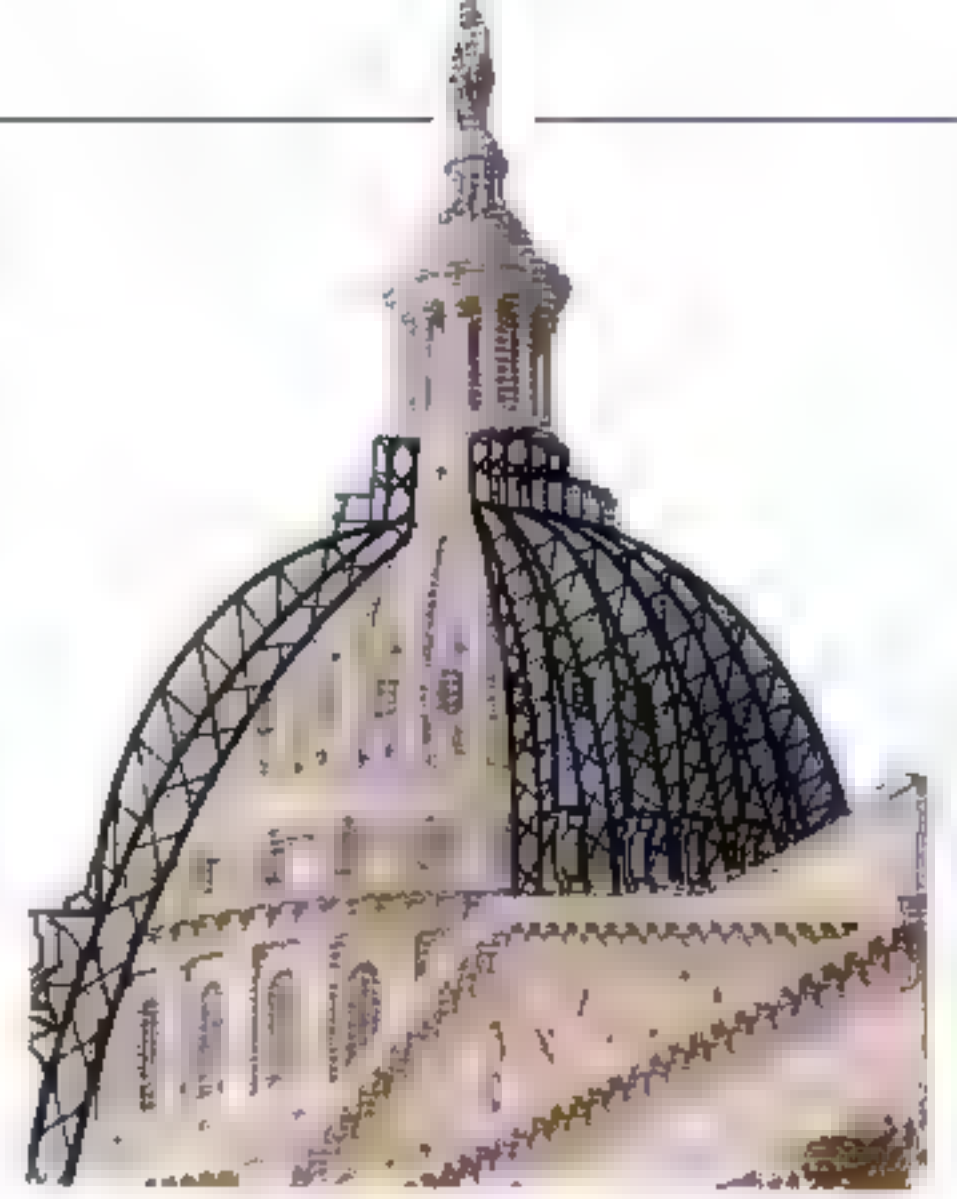
## لمزيد من المعلومات انظر

- تغيّرات الحالة ص ٢٠
- المحاليل ص ٦٠
- فصل المزيجات ص ٦١
- كيمياء الماء ص ٧٥
- صناعة الكيماويات ص ٨٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الحديد والفولاذ (الصُّلب)

لولا الحديد والفولاذ ما كان يتيسر لنا تصنيع السيارات، ولا تشييد المباني الشاهقة ولا إنتاج المكنات التي تصنع لنا تقريباً كل شيء. فالحديد أرخص الفلزات التي نستعملها وأهمها؛ وهو يُستخرج من خاماته الصخرية المختلفة، ثم يحوّل معظمه إلى فولاد. والحديد، كالعديد غيره من العناصر نشط كيميائياً، فلا يوجد نقياً في الطبيعة، بل متحداً مع عناصر أخرى خاصة بالأكسجين. في مسابك الصهر، تُحمى خامات الحديد في أفران خاصة مع الحجارة الكلسية وفحم الكوك، الذي يتألف في معظمه من الكربون، فتزال الشوائب من خامات الحديد ويبقى الفلز نقياً تقريباً. وفي عملية تالية يحضّر الصُّلب (الفولاذ) من هذا الحديد بضبط كمية الكربون فيه، وأحياناً إضافة كميات قليلة من فلزات أخرى كالكروم والنيكل إليه.



## حديد الصُّب (حديد الزهر)

تحتوي قبة الكابوتل في واشنطن العاصمة ٤٠٠٠ طن من حديد الصُّب. وكانت أجرامها المختلفة قد صُنّت مسبقاً في قوالب حادة.

## الفرن العالي، فرن السَّفع

يُستخرج الحديد من خاماته في أفران السَّفع (أو اللُفح) يغلّو الضخّم منها ٦٠ متراً ويُنشَخ ١٠,٠٠٠ طن من الحديد يومياً. عاملاً، دون توقف، على مدى ١٠ سنوات متتالية في هذا الفرن تُسفع المواد الخام، المؤلفة من خامات الحديد والحجارة الكلسية وفحم الكوك، بغضبات الهواء الحار من أسفل الفرن. وبما إن الكربون أشدّ فاعلية من الحديد، فإنه يتحد بالأكسجين من خامات الحديد، منتعناً أكاسيد الكربون، تاركاً هراً الحديد ورء.

تُنفث الغازات  
المُعلّنة وتُستخدَم  
ثابتة في إحماء هواء  
السَّفع الساخن.

صمام  
أمان

الفرن مُغطّى  
بالبطوب المقاوم  
للحرارة

تُدخل المواد الخام  
عبر صمامين  
جرسني الشكل  
يمنعان انفلات  
الغازات  
الساحقة.

حمام الحديد

حجر كلسي

فحم الكوك (المُحضّر  
بإحماء الفحم في  
محرّك عن الهواء).

## داخل فرن السَّفع

تبدأ التفاعلات الكيميائية داخل الفرن عند سفع محتوياته بالهواء الحار جداً، فيشتعل الكوك مُولِّداً في البدء ثاني أكسيد الكربون، ثم أوّل أكسيد الكربون - الذي يخترق أكسيد الحديد مُنتجاً هراً الحديد وثاني أكسيد الكربون. وبهذا لتفاعل الإحراقي، ترتفع درجات الحرارة داخل الفرن إلى ١٩٠٠°س، فيتصهر الحديد ويتجمّع في القاع.

## الحديد تحت المجهر

عند تكبير نُتَمّ من حديد الصُّب ٢٠٠ مرة نَظهر فيها بلورات الكربون (بالأزرق) أمّا الحليقة الحمراء المليسة فهي لحديد (ويُدعى الفريت) بلورات الكربون تجعل لحديد نَصفاً.



هنري بيسمر  
المولّد أكثر  
أشكال الحديد  
استعمالاً، وقد  
كاتب عملية إزالة  
الكربون منه بـ«مِطة»  
الكلفة. وفي عام ١٨٥٦،

ابتكر المحرّك البريطاني، هنري بيسمر  
(١٨١٣-١٨٩٨)، طريقة رحيصة لإزالة مُعظم  
الكربون؛ وذلك بِنفث الهواء غيّر المعدن  
المتصهر في مُحوّل يحوّل اسمه «محوّل  
بيسمر» فيزيل أكسجين الهواء الكربون منه

انبوب العُصف خوّل  
الفرن ياتيه بهواء السَّفع  
الحارّ (الذي يكتسب  
الفرن اسمه منه)

مفرقة لثقل  
الحديد المُصهر

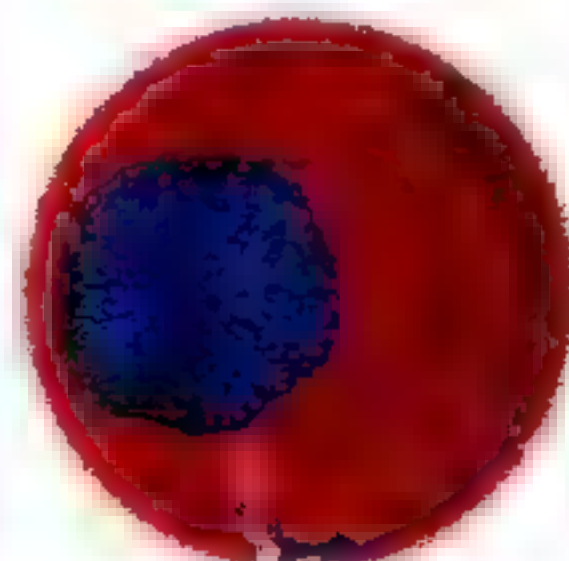
محرّك الحث  
المُصهر

## الشوائب

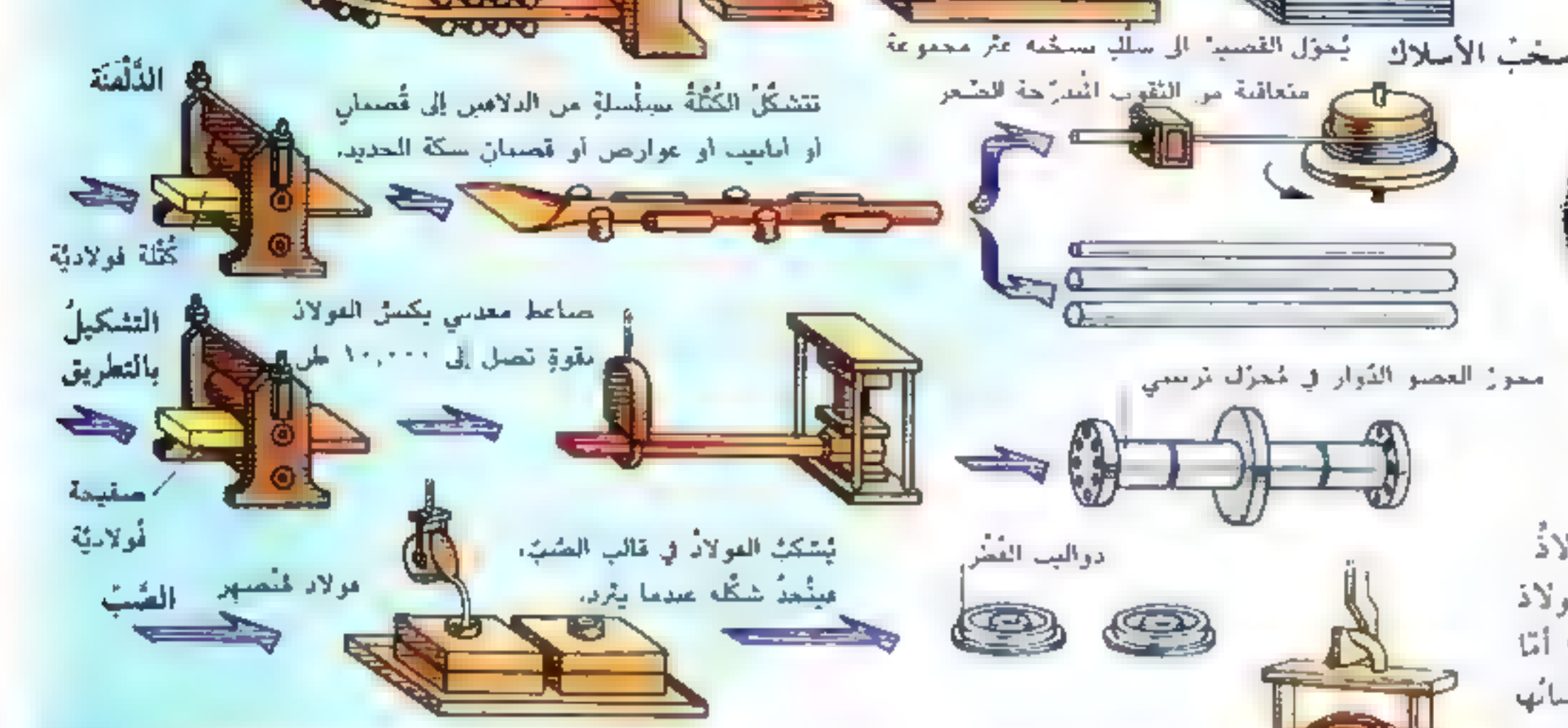
تَقوّد الحديد المُستخرج من الفرن العالي (فرن  
السَّفع) تتراوح بين ٩٠ و ٩٥ في المئة.  
والشائبة الرئيسية فيه هي الكربون الذي تُنقّض  
الحديد من الكوك، فيكسبه صلابة تُحد من  
قوّاته. لذا يُحوّل معظم الحديد إلى فولاد  
ذي أقل من ١,٧ في المئة من الكربون.

## الحَبث

يُضاف الحَجَر  
الكلسي إلى الفرن لأمّه  
يقترح ويتحد بالثقل  
والصلصال والحصى في خامات  
الحديد، مُكوّناً قِصاة، ندعى  
الحَبث، تطفو فوق المعدن المُصهر





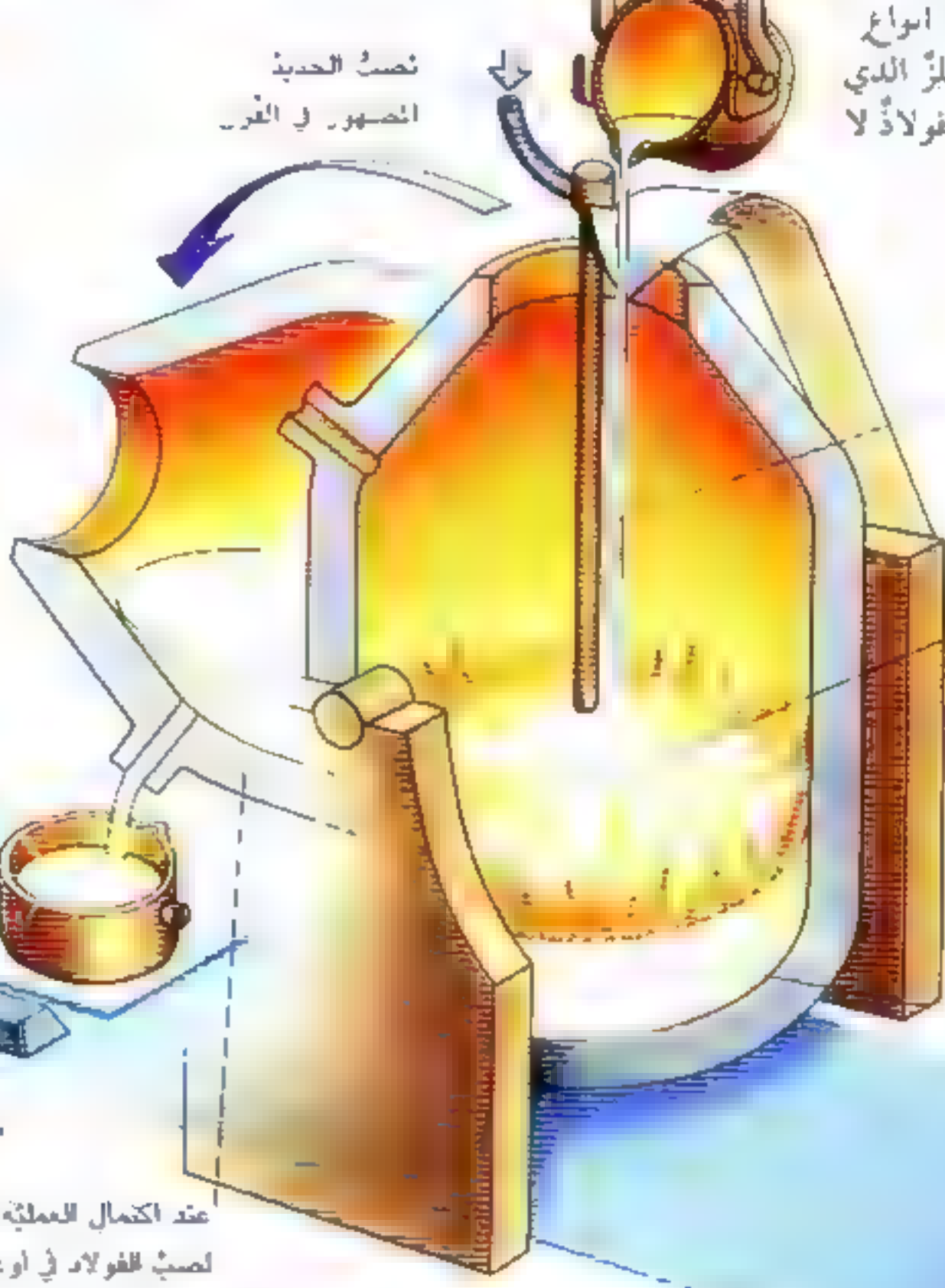


## أنواع الفولاذ

هناك نوعان رئيسيان من الفولاذ - الفولاذ الكربوني وفولاذ السبائك. ففولاذ الكربون الخفيف الكربون متينة وسهلة التشكيل، أما الفولاذ الكربون فمتينة وقصبة يمكن إنسانها أطراف قطع حادة. وتتميز خصائص أنواع فولاد السبائك المختلفة تبعاً لنوع الفلز الذي تُشأب به، ففولاذ الكروم والنيكل هو فولاذ لا يصدأ صامد يندحت و سلى

## تشكيل الفولاذ

تشكّل الفولاذ بطرق مُوزعة هائلة تصنع الفولاذ من دلائل خردة أو أصيب أو سراج. ويأخذ الفولاذ المذلل عن ثقب متعادلة الفلز لضع الاسلاك. ويأخذ لترك الفولاذ في القوالب حتى يبرد ويحدّد أمد فولاد الحداده فشكل بالطريق على السطح



## بعد الفرن

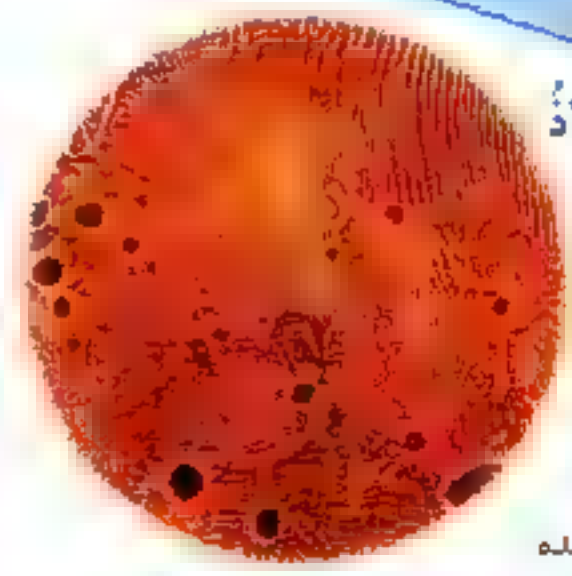
تُكبّ فولاد لمعارف المنصهر في قوالب لضع لضع، أو في حزان برود عمليه صت مستمر. معظم الفولاذ يُحدّد كتلاً بطريقه الصب المستمر كونه أزخص ودا نوعية أجود. وهذه الكتل يمكن تشكيلها بعدئذ بالدلمة أو الطريق أو الصب

ضمت من الفولاذ

عند اكتمال العملية يمدّل الفرن لصب الفولاذ في أوعية (أو معارف) للسكب. أما الخس فيترال بقلب الفرن راساً على عقب.

## الفرن الأكسجيني القاعدي

يجري تحويل الحديد إلى فولاد في معظمه حالياً في الفرن الأكسجيني القاعدي. فيشكّب في الفرن مزيج من الحديد وخردة الفولاذ ويثقت الأكسجين فيه. فيشد الأكسجين مع كربون الحديد، فريلاً معظم الكربون من الحديد كأول أكسيد الكربون. إن بمقدور فرن من هذا النوع إنتاج قرابة ٣٥٠ طناً من الفولاذ في مدى ٢٠ دقيقة فقط.



## الفولاذ

تحت المجهر  
تُرى صورة مُبدلة فولاداً حبيبي الكربون. يحوي ٠.٨٧٪ من كربون و١١٪ من فولاد وسجدة بعد نكبات كربون مُصنّعة هه ولطريقه سريده

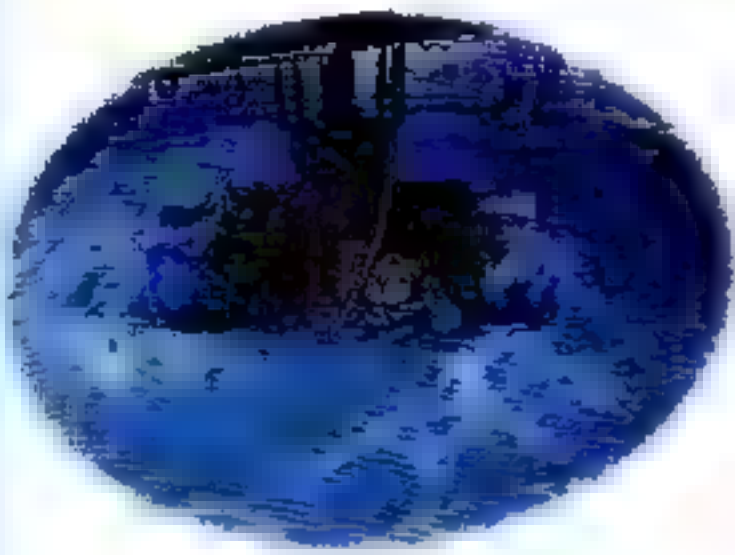
## لمزيد من المعلومات انظر

- الفلزات الانتقالية ص ٣٦
- الكربون ص ٤٠
- الأكسدة والاحتزال ص ٦٤
- سلسلة التفاعلية ص ٦٦
- مُحدث الفحم ص ٩٦
- المُحجور برشوية ص ٢٢٣
- حديث ومعلومات ص ٤٠٦



النُّحَاسُ

التُّحاسُ حوَالِيَاءُ، وَقَدْ لَا نَرَاهُ، حَيْثُمَا هُنَاكَ نُورٌ أَوْ حِجَارٌ  
كهربائيٌّ وَخُدْرَانُ الْمَبَاسِي، وَمُخْتَلَفُ الْمَوْسِمَاتِ، وَسُقُوفُهَا  
تَحْوِي أَسْلَاكًا نَحَاسِيَّةً تَوْصِلُ التِّيَّارَ إِلَى مُخْتَلِفِ الْمَقَاسِ  
وَالْتَرَكِيَّاتِ الْكهربائيَّةِ فِيهَا. يُوَحِّدُ التُّحَسُّ حَامًا فِي  
الطَّبِيعَةِ بِنَقَاوَةٍ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ ٠,٥ إِلَى ١٪. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ  
إِنْتِاجَ النُّحَاسِ الْعَالَمِيِّ، الْمُقَدَّرَ بِ ٩,٦ مِلْيُونِ طُنٍّ،  
يَقْتَضِي مُعَالَجَةَ أَكْثَرَ مِنْ أَلْفِ مِلْيُونِ طُنٍّ مِنَ الْخَامِ  
الصَّخْرِيِّ لِاسْتِخْرَاجِهِ!



## التَّصْوِيل

تُعالج حمامات الأكاسيد الحامضية بالتحويل  
 مُرَدِّ عليها حمض الكبريتيك الذي يُذيب  
 حمض ذوب السواب لتُصهره ثم تُنفى  
 محتويات السواب تُحمض السابغ بالكهنة



## کاري افرسون

يحتوي الحفريات مريحي من الفترات  
الثقيلة والشوائب الصخرية وقد  
ابتكرت لمعملية الأمريكية، كاري  
فرسون، عام ١٨٨٦، طريقة لتصيب  
بند طحيت اللحم ومرحلتها بزيوت  
الزيت، فحصلت بدلت على زيوت  
أعلى نستعمل في الفترات الثقيلة ونظفوا،  
سنة ١٩٥٥ استوائت الصخرية في عمر

الكهولة (التحليل بالكهرباء)

بقی صفحہ ششاس نقطہ ہائیکہ،  
نمبر صفحہ ہائیکہ و فوج (او  
اے) فی جدولی من تریات ششاس  
و خاص نکیریت و جدولی انکیر،  
عز جدولی، مذات ششاس لایود  
و سطح بقا حور الانکیر و ششاس  
(و انکیر)، بقا ہریت ہریت  
کدہ فی ششاس



صوره مجهره  
بسیار

تريد من المعلومات انظر

عَلَّمَ لَاسْمَاءَ ص ٣٦

مَدِينَةُ الْمَدِينَةِ ص ٦٦

انکیرہ (سجیل، لکھو،) ص ۶۷

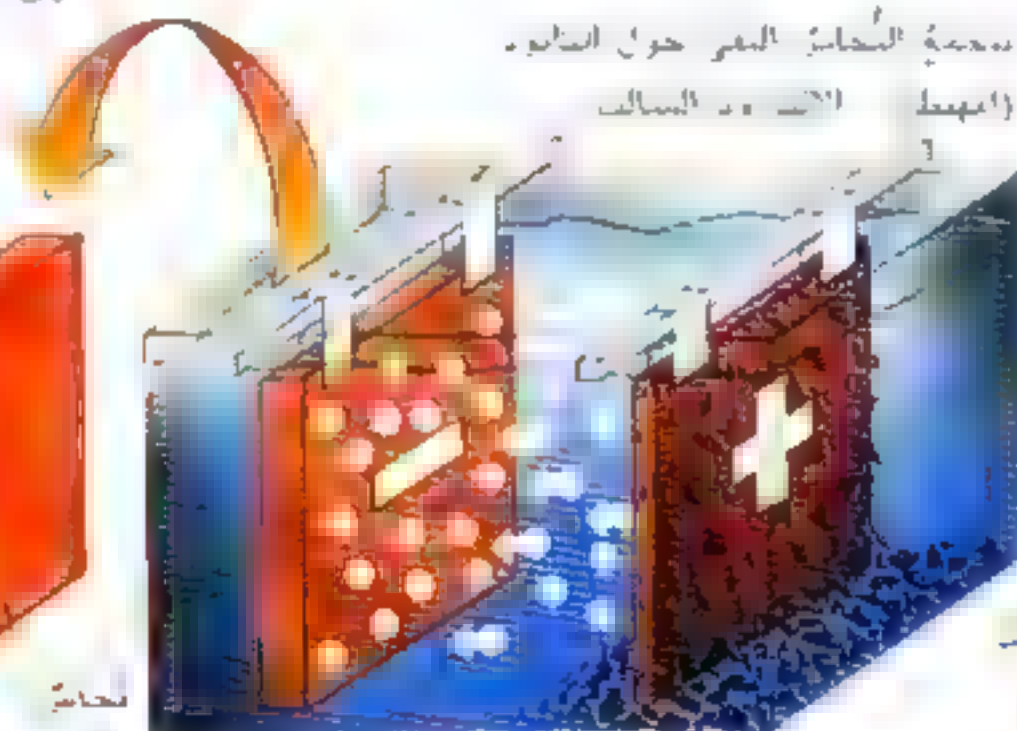
مفتك صر ٨٨

حصہ لکھنؤ ص ۸۹

تاریخ: ۱۴۰۲/۰۶/۰۶

## استخراج النحاس

نخرج معطى الحاس من حاء كبرسدي بحوي الحدد  
والكرب والحاس نقت الهواء الحار داخل القون  
مفصل الحاس من الحدد والكرب الذي يتفاعل  
مع الأكسجين ثوباً الحديد وثوباً الحديد الكرب  
في كس فله الحاس المنصهر في انداخ هذا الحاس  
ونعرف بالحاس المنصهر، حصل ثوبه الى ٩٨ في المئة  
وثنواؤه الكأمة نضار الى عمله الكهونه التحليل  
الكهونه) لآله ثوابه الحسية



موضحاً في مرفق المحاسن  
بمجاناً الثاني

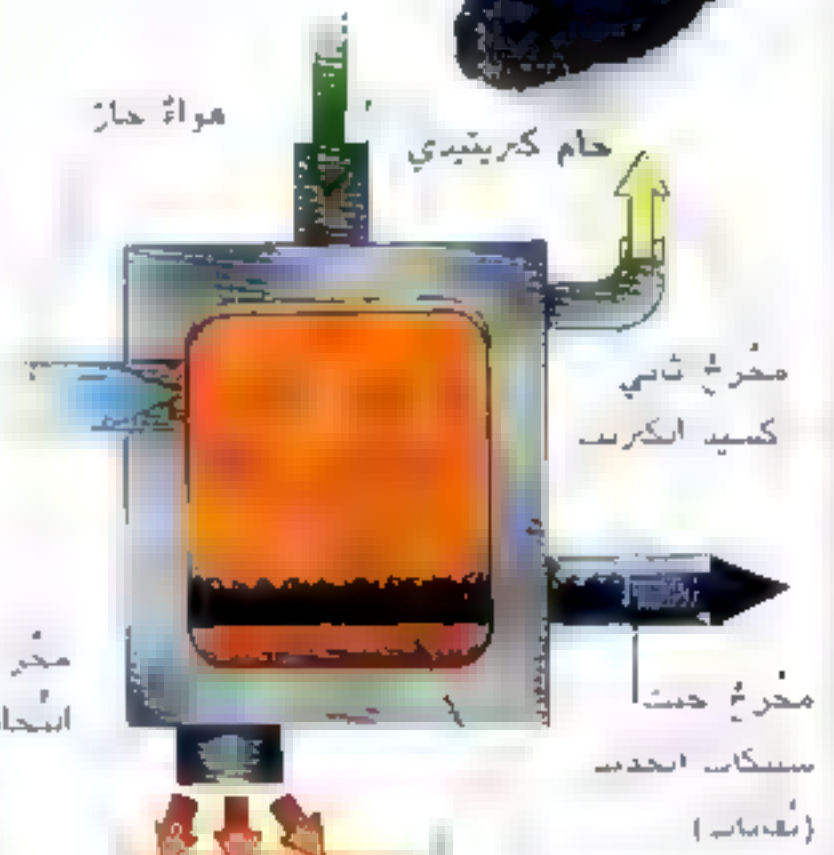
تتميز د' الحاس بصفة  
محصنة لتتوفر على  
الطريقة التي تمثّل بها  
الطوارث هي التي تجعل الحاس  
قابلاً للطريق والمضيق  
والمسكن

## مُتَّجَاتٌ ثَانَوِيَّةٌ فِي النُّحَاسِ

الحديث : لعنه الله من غير ان نفسه هو حد  
قته في انطباعه لكن يستحق ان يضاف له  
في هذه العجائب من الكتاب ما لا يحصى  
منه



لَعَلَّكُمْ يَتَّقُونَ  
يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا  
إِذَا قُمْتُمْ إِلَى الصَّلَاةِ  
فَلْيَغْسِلُوا وُجُوهَهُمْ  
وَأَيْدِيَهُمْ وَأَرْجُلَهُمُ  
وَلْيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِمْ  
إِذَا قَامُوا إِلَى الصَّلَاةِ  
فَلْيَغْسِلُوا وُجُوهَهُمْ  
وَأَيْدِيَهُمْ وَأَرْجُلَهُمُ  
وَلْيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِمْ  
إِذَا قَامُوا إِلَى الصَّلَاةِ  
فَلْيَغْسِلُوا وُجُوهَهُمْ  
وَأَيْدِيَهُمْ وَأَرْجُلَهُمُ  
وَلْيَأْكُلُوا مِنْ ثَمَرِهِمْ



تُضاف لتسبب  
تسبب تسبب تسبب  
تسبب تسبب تسبب  
تسبب تسبب تسبب

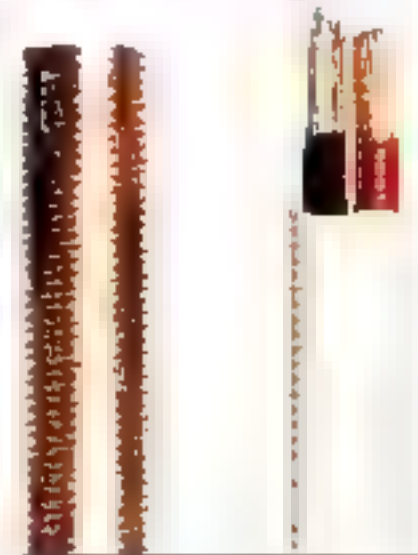
نَصْرٌ بِحَاسٍ لِنَصْرِ  
صَفَاحٍ عَزْصٍ الْوَاحِدَةُ  
سَهْ (بِحَاسٍ صَفْصَا) مَر  
وَاحِدٌ وَوَرِيهَا مَع

سلفار في فخرہ کھرماسی



## استعمالات النحاس

شخص فوضّل حمد لله ربّه و الحمد لله  
 بفضله منه مختلف أنواع المعاني و الطرائف  
 جميع أنواع أبايب المياه ساحه في مدار  
 و لمصايع. كذلك يستخدم شخص بضع ساعه  
 الكهرمانه  
 كمدات تصوغي  
 ومفات حركات  
 الكهرمانه  
 و شخص بضعه لا  
 تصدأ سحره  
 هدم صوبه





# الألومنيوم

الألومنيوم أكثر الفلزات وفرة في الأرض، ويوجد في أنواع الصخور المختلفة؛ لكن معظم الألومنيوم يُستخرج من البوكسيت. وتكون الألومنيوم يتحد مع غيره من العناصر بسهولة فإن فضله كفلز نقي يتطلب قدرًا كبيرًا من الطاقة. فقبل أن يكتشف الكيمائيون طريقة رخيصة لاستخراجه، عام ١٨٨٦، كانت أسعاره تفوق أسعار الفضة والذهب بكثير. ونظرًا لخصائصه المتميزة، يُستخدم الألومنيوم اليوم في مختلف الصناعات - من الأواني المنزلية إلى الكتل الكهربائية وأجزاء السيارات والطائرات.



في هياكل الدراجات  
الألومنيوم سهل التشغيل  
وتشكيل، وهو في هيك  
الدراجة الأسبوي يوفر تدريح  
السائق دراجه خفيفة الحقة

طول الحلية الإلكترونية  
الواحدة ٩ أمتار وعرضها ٤  
أمتار. وتتدلى أوداك الكربون  
في الكربوليت المنصهر

يقطر التيار الكهربائي عبر  
السلائل طارداً الأكسجين من  
أكسيد  
الألومنيوم نحو  
الابواب  
(الإلكترونات  
توجه)

يتجمع الألومنيوم  
المنصهر حول  
الكاثود الكربوني  
الذي يطرأ غاغ  
الحلية الإلكترونية  
وحواصها

يُجمع الألومنيوم  
ويستخدم في شمع  
العديد من المنتجات،  
كما يُعاد تدويره  
سهولة



تكون البوكسيت، خام  
الألومنيوم الرئيسي، بفعل  
التجوية وتفتت الصخور  
الحامية لسيليكات الألومنيوم  
على مدى فترات طويلة

## إستخراج الألومنيوم

تُستخرج الألومنيوم من البوكسيت بعمق ماير متنوعة  
بالكهربة في عملية ماير. يُترخ البوكسيت مع الصودا  
لكويه ويُسخن، فينتج عن ذلك بلورات سكرية الشكل من  
أكسيد الألومنيوم النقي. ثم تُذاب هذه البلورات في  
الكربوسيت (المصبات الصوديوم المنصهر) ليُحصَر ومن  
ثم يمتد هذه البلورات بالكهربة إلى ألومنيوم وأكسجين

تُحدّ الحرارة ماء البلورات  
تاركه مسحوقاً خاماً

عندما يبرد المحلول،  
تتشكل بلورات  
أكسيد الألومنيوم  
ماركة هيدروكسيد  
الصوديوم



## إستعمال الألومنيوم

عندما يتعرض سطح الألومنيوم لأكسجين الهواء، تكون طبقة سميكة  
من أكسيد الألومنيوم، تمنع عنه الهواء وتوقف تأكس السطح بالصدأ.  
والألومنيوم فلز متين وخفيف وموصل جيد للكهرباء، لذا يُستخدم في  
صنع أجزاء الطائرات والسرايات وأشاحات والكتلات الكهربائية

استخدم الامبراطور  
لعمري، نابليون الثالث  
(١٨٠٨-١٨٧٢)، أطباقاً  
من الألومنيوم لتكريم  
الكار من صيوحه ما  
اليوم هناك ستخدم رقص  
الألومنيوم للف الطعام لأنها  
رخصة جداً



يستخدم هذا  
الدولاب الصحم  
لاحتفاز البوكسيت  
من قشرة الارض

تُسخن خام  
البوكسيت  
إلى قصب  
صهارة

يُضاف هيدروكسيد الصوديوم  
إلى البوكسيت ثم يُسخن إلى  
حرارة كبيرة يُدعى الهضم

الضغط العالي والحرارة يُمكنان  
هيدروكسيد الصوديوم من «هضم»  
البوكسيت (أي تفكيكه إلى شقوقاته)  
فيذيب أكسيد الألومنيوم، من انحام،  
تكونا محلولاً من الومبات الصوديوم،  
بيما يُربل مُرشح الشوائب عبر الدواة

## كيمائيان متزاملان

في عام ١٨٨٦، اكتشف الكيمائيان الشان تشارلز مارتن  
هول (١٨٦٣-١٩١٤)، التلميذ في معهد أوبركن في الولايات  
المتحدة الأمريكية، و ب. ل. ت. هيرولت (١٨٦٣-١٩١٤)،  
الكيمائي الشاب الذي كان يعمل في فرنسا - اكتشفا مستغلين  
الطريقة الكهربائية لإستخراج الألومنيوم. فحفظا اكتشافهما  
لن الألومنيوم إلى جزء من ثمن البصة في غضون أربع  
سوات، ومن عرائب الصدق اتبها لم يتوصلا إلى اكتشافهما

داك وعما في العمر  
عنه همد، بل إتبا  
ماتا في العام عيه،  
عارف ثمانية أشهر  
وحذهب عن الآخر



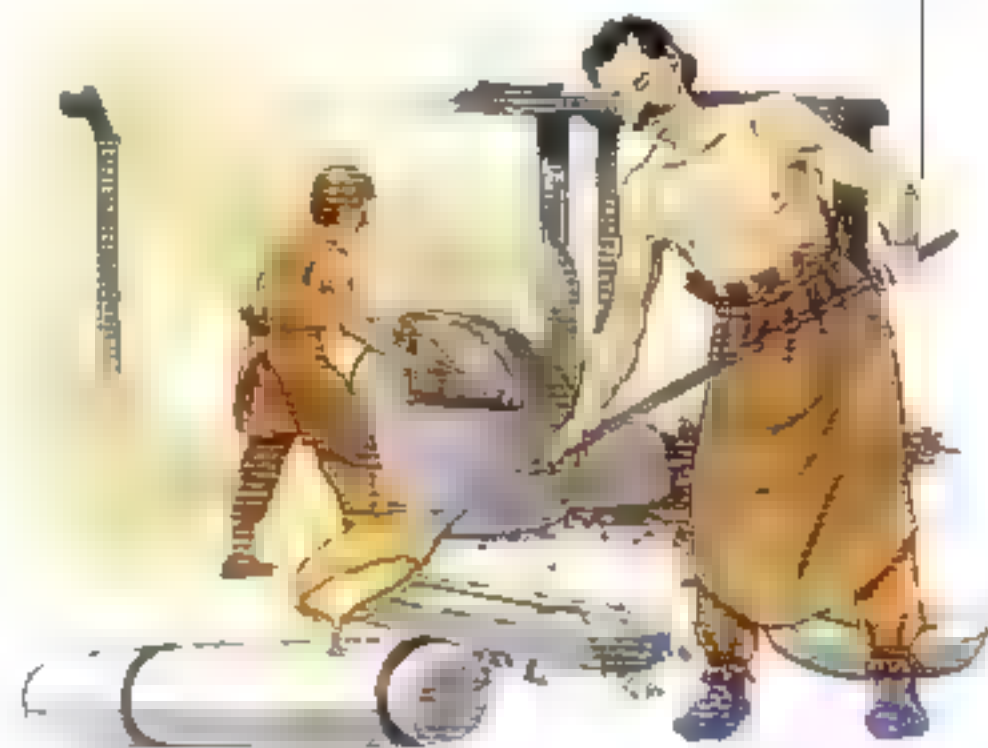
## لمزيد من المعلومات أنظر

- العلقات الوضعية ص ٣٨
- سلسلة التعاقب ص ٦٦
- الكهرله (التحليل بالكهرباء) ص ٦٧
- صناعة الكيمائيات ص ٨٢
- الشانك ص ٨٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٦



## السبائك

كان من مُعِيقَات المَحَارِبِ القديم قبلَ عصرِ الحَديد (قبل ١٠٠٠ ق.م.) اضطراره لِلتوقُّف عن القتال خلال المعركة لِتَقْوِيم سَيْفهِ البرونزي - عِلْمًا أَنَّ البرونز أكثرُ صِلَادَةً من النحاس؛ إِنَّ مُعْظَمَ الفِلِزَّاتِ القِيَّةِ هي فِلِزَّاتٌ ضعيفة لينة، لكن عندما يُمزَجُ فِلِزَّانِ ظَرِيَّانِ فالسبيكة الناتجة أَصْلَبُ من كليهما. وتتغيَّرُ خصائصُ السبيكة بتغيُّرِ كمِّيَّاتِ الفِلِزَّاتِ الداخلة في مزيجها. وتتألَّفُ مُعْظَمُ السبائك من فِلِزَّينِ أو أكثر، لكنَّ بعضها قد يحوي لافِلِزًّا كالكربون، كما هي الحال في سبائك الفولاذ.



### السبيكة الأولى

منذ حوالي ٦٠٠٠ سنة، اكتشف الناس أَنَّ النحاسَ يزدادُ صِلابةً عندَ مزجِهِ بالقصدير. وظلَّ استعمالُ تلك السبيكة لبرونزية على مُجْمَلِ الاستِخداماتِ المعدنية حَتَّى دُخِلَ ذلك العصرُ بالعصرِ البرونزي.

إنَّ مَزْجَ الألومنيوم  
بالمغنسيوم والنحاس يُوفِّرُ  
هيكلاً خفيفاً للطائرات  
هو من القوَّة والمُتانة بحيثُ  
يصفدُ لِشُرعةِ الرياحِ العاليةِ  
وصدماتِ الخطأ.



### درجات الحرارة العالية

تقطعُ لُقْمَةُ النُّفثِ مسارها غُرَ  
لِموادِّ المُشْنَةِ، مُدَوِّمةً آلافَ  
لِغُرَّاتٍ في لدقيقة. وتزوِّرُ  
سبيكةَ كَربيدِ التنجستن التي تزيِّدُ  
درجةَ انصهارها على ٢٩٠٠°س  
بصلادةٍ لِلقيامِ بذلكِ



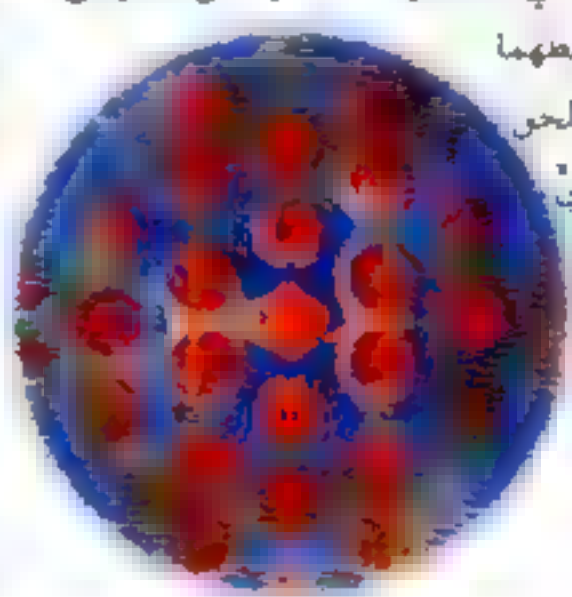
### درجات الحرارة الخمبضة

سبيكةُ اللُّحَامِ التي هي مِزْجٌ من القصدير  
والرصاص مثبِّتَةٌ لوضْعِ طرفي فِلِزَّينِ  
بعضهما مع بعض، إِذْ إِنَّ درجةَ انصهارها  
أخفضُ من كلا درجتي انصهار مِزْجِهما  
الفِئْسِ فهي إِنَّمَا يُولَدُ حِسرًا بين الطرفين  
الذين يربطهما  
دونَ أَنْ تُلْحَقَ  
الضررُ بِأَيِّ



### سبيكة الأسنان

يُستخدَمُ أطباءُ الأسنانِ المُلْتَمَمُ - وهو سبيكةٌ  
من الرنق والقصص والقصدير والحارصين  
والنحاس - في حشوِّ الجواريف المُشْنَةِ  
وهذا المُلْتَمَمُ يُمكنُ تشكيله، كالمعجونة،  
لِتِلَاعَمٍ مع كِفافِ الأسنانِ قبلَ أَنْ يتصلَّبَ



في المُحَرِّكِ النفاث. تَشْتَتُّ شِعْرَاتُ  
الرَّسْرِ في مواقعها بواسطة اقراصٍ  
تُصنعُ من سبيكةٍ فائقةٍ تتألَّفُ من  
١١ عنصراً منها النيكل والتيتانيوم.

### سبائك الطائرات

تتطلبُ هياكلُ الطائراتِ الثَّمانية سبائكٌ خفيفةٌ لجعلِ الإقلاعَ سهلاً واستهلاكِ  
الوقودِ خفيفاً. كما تتطلبُ محركاتُها سبائكٌ خاصةً تصمدُ لِدرجاتِ الحرارةِ  
العالية. إِنَّ شِفْرَاتِ التربين في مُقَدِّمَةِ المَحَرِّكِ مثلاً، التي تدوِّمُ بِسرعةٍ كبيرةٍ،  
تُشغِّلُ الهواءَ إلى الداخلِ على درجَاتِ حرارةٍ تصلُ إلى ٦٠٠°س

### صنع السبائك

تُصنعُ مُعْظَمُ السبائك بصهرِ الفِلِزَّاتِ ومزجِها  
بعضها مع بعض - شَرَطٌ أَلَا يَبْدَأُ أَحَدُ الفِلِزَّينِ  
بِالغليانِ قَبْلَ أَنْ يَبْصُرَ الآخر. هي صُنْعُ  
النحاسِ الأصفر مثلاً، يُنْطَقُ الحارصينِ  
الحامدِ في الحامي المصهرِ أَوْ إِذَا أَحْمَا  
مَعاً فَإِنَّ الحارصينِ قد يَسْخَرُ كُفَّهُ قَبْلَ انصهارِ  
النحاسِ

يُدوِّثُ فلزًّا السبيكةَ واحدُهما في الآخر،  
وتمتدِّحُ دِرَازَتُهُما مَحَرِّقَةً وتتشابهُنَّ مَعاً  
لِتَشْكَلَ مَلَوْرَاتٍ قويَّةً عندما يبرد

### لمزيد من المعلومات انظر

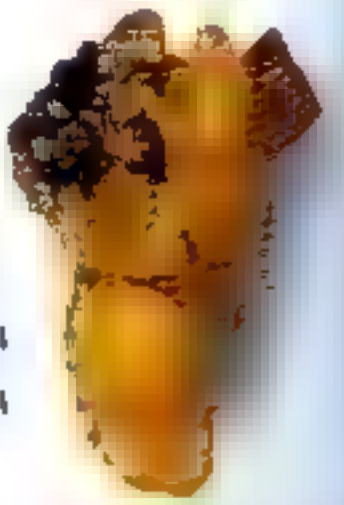
- ٢٨ - الترانزستور كيميائي ص ٢٨
- ٣٤ - الفلزات الثقيلة ص ٣٤
- ٣٦ - الفلزات الانشعابية ص ٣٦
- ٣٨ - الفلزات الوضعية ص ٣٨
- ٦٦ - سلسلة التصنيع ص ٦٦
- ٤٠٦ - حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# حامض الكبريتيك

العلاقة المشتركة بين الأسفدة والدهانات والمتفجرات والمنظفات هي أن حامض الكبريتيك يدخل في تصنيع كل منها. فحامض الكبريتيك من المواد الهامة جداً للصناعة بحيث قلما ترى حولك شيئاً لم يدخل هذا الحامض في صناعته. حامض الكبريتيك لا يتواجد طبيعياً، بل يُصنع، ويبلغ ما يُنتج منه سنوياً قرابة ١٥٠ مليون طن. ومما يجعل تصنيعه قليل التكلفة أن الحرارة المهدورة في إحدى مراحل عملية تحضيره يمكن استخدامها كمصدر حراري للمرحلة التالية.

الكبريت هو المادة الأولية الرئيسية لصنع حامض الكبريتيك بصناعة إلى الماء والهواء



حرارة بخار الماء الساري في الأنبوب الملولب تصهر الكبريت قبل أن يُرد في داخل الفرن.

المبادل الحراري

يُشعل الهواء الجاف إلى داخل الفرن فيتحول أكسجين الهواء بالكبريت أولاً غاز ثاني أكسيد الكبريت.

في المحول تُراد كميات إضافية من الأكسجين لتحويل ثاني أكسيد الكبريت إلى ثالث أكسيد الكبريت.

المحول

جان أنطوان شبتال

في القرن الثامن عشر أخذت المصانع تُستخدم حامض الكبريتيك في صنع الجبس والأصباغ والأزوار. ولحظ الكيميائي الفرنسي، جان أنطوان شبتال (١٧٥٦-١٨٣٢) الحاجة إلى تصنيع حامض الكبريتيك على نطاق واسع لاستخدامه في تلك الصناعات وبماها من الصناعات المتسارعة النمو. وقد تم له في الفترة بين ١٧٨٠ و ١٧٩٠ إقامة أول مصنع لإنتاج حامض الكبريتيك تجارياً في مونبلييه، فرنسا.

جهاز الامتصاص

يُغمر ثالث أكسيد الكبريت غمر رذاذ من حامض الكبريتيك الذي يمتصه لينتج حامضاً مركزاً. مُدخلاً يُدعى الأوليوم.

كيميائياً يمكن إضافة ثالث أكسيد الكبريت إلى الماء مباشرة لإنتاج حامض الكبريتيك، لكن التفاعل يكون عنيفاً وخطراً.

يُخفف الأوليوم (حامض الكبريتيك المدخن) بالماء للحصول على حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب.

تصنيع الحامض

هناك ثلاث مراحل في تصنيع حامض الكبريتيك. هي المرحلة الأولى، يُحمى

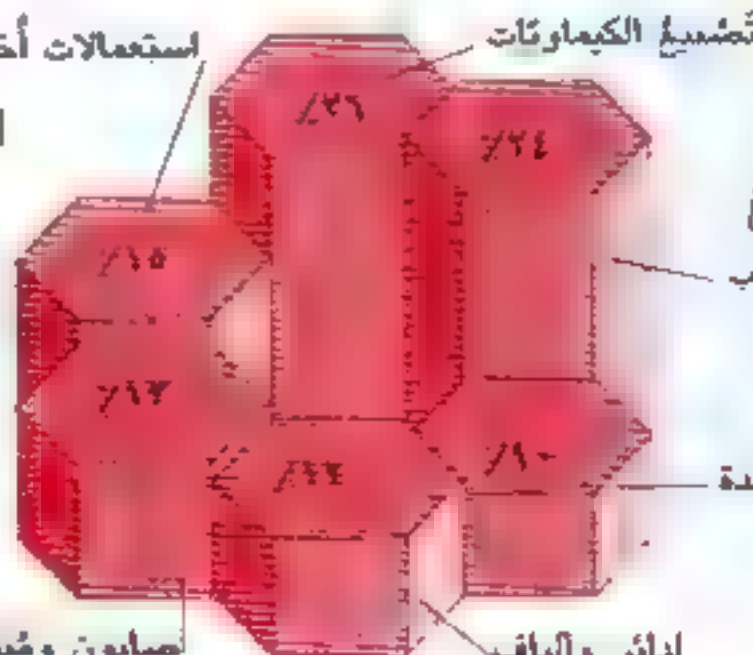
الكبريت والهواء لتحضير ثاني أكسيد الكبريت. وهي المرحلة الثانية التي تُعرف بطريقة الثلاثس، يُمزج ثاني أكسيد الكبريت مع الهواء لإنتاج ثالث أكسيد الكبريت. وأخيراً، يُذاب ثالث أكسيد الكبريت في حامض الكبريتيك ليُؤلف حامض الكبريتيك المدخن (الأوليوم)، الذي هو شكل فائق التركيز من حامض الكبريتيك.

حامض أكسيد الفاناديوم

استعمالات أخرى

استعمالات حامض الكبريتيك

حامض الكبريتيك مهم جداً في الصناعة لأنه يتفاعل بسرعة مع المواد الأخرى، مُربلاً الفلزات والأكسجين والماء والمواد الأخرى غير المرغوب فيها. فضلاً عن استعماله في تصنيع العديد من الكيماويات، يُستخدم حامض الكبريتيك في بطاريات السيارات وفي تكرير النفط وتنظيف العجلات.



طريقة الثلاثس

تفاعل الكبريت مع الأكسجين بطيء في غياب الحفازات. ولتسريع التفاعل تُستخدم كرات صغيرة من حامض أكسيد الفاناديوم، كحفاز. إذ توفر هذه الكرات مساحة سطح شاسعة تستقر عليها جزيئات الكبريت والأكسجين، فتتفاعل وتتلاصق وتتفاعل بسرعة.

الرابون (الحرير الصناعي)

يُصنع الرابون من عجينة الخشب مدابة في مزيج من الماء والصودا الكاوية وثاني كبريتيد الكربون. ويُدفع السائل الحاصل للرح (الفسكوز) عبر هذا الرأس لمُقب (١٠ آلاف ثق) إلى معطس من حامض الكبريتيك يمسك حيوطاً.

لزيادة من المعلومات انظر

الكبريت ص ٤٥
الحفازات ص ٥٦
الأكسدة والاختزال ص ٦٤
الحوامض ص ٦٨
الأمويا ص ٩٠



# الأمونيا

إن تنشق نَفْحَةً من الأمونيا (أو عار النشادر) تدرك كم هي بقادة رائحته. وفي القرن التاسع عشر كان عار النشادر (الذي هو مركب عديم اللون من النتروجين والهيدروجين) يُستخدم في أملاح النشادر لإنعاش من يُغصى عليه. واليوم غدت الأمونيا مادة أولية مُهمّة في العديد من العمليات الكيميائية ولمنتجاتها - وبخاصة الأسمدة - التي تستفيد قسماً كبيراً من الإنتاج السنوي للأمونيا، البالغ ١٤٠ مليون طن. هذه الأسمدة توفّر للنباتات النتروجين الضروري لنموها. والواقع أن نقص الأسمدة النتروجينية ومسيئ الحاجة إليها كانا الدافع إلى تطوير صناعة الأمونيا على نطاق واسع. ويبلغ ما تنتجه المصانع الحديثة منها يومياً مئات الأطنان.



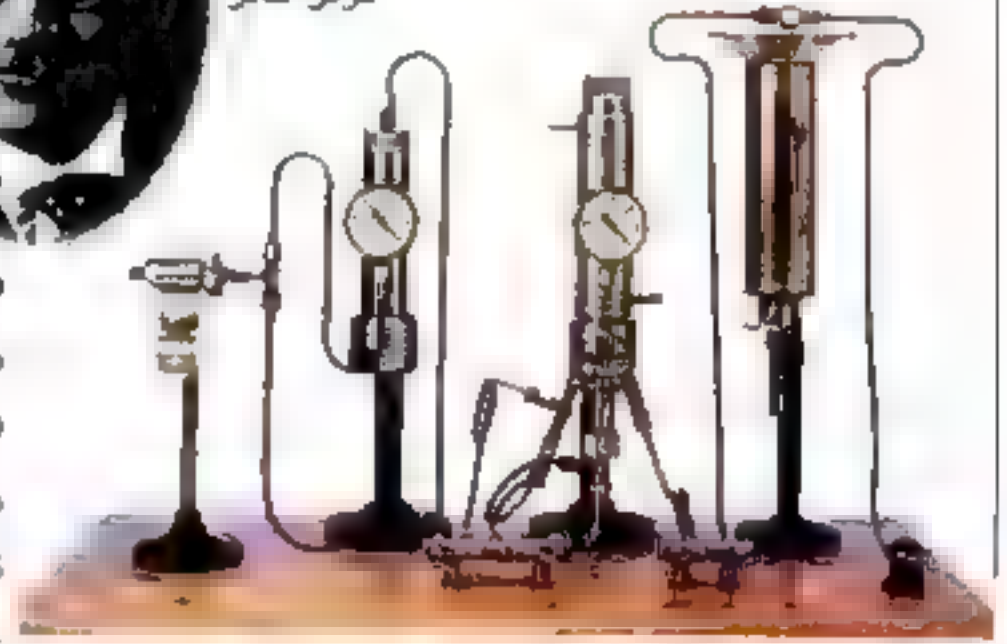
**مُكوّنات الأمونيا**  
الهيدروجين والنتروجين هما المادّتان الأساسيتان في صنع الأمونيا. ويُحصّر الهيدروجين بمعالجة ميثان الغاز الطبيعي مع بخار الماء. أما النتروجين فيستخلص من الهواء.



كارل بوش

## فريتز هابر وكارل بوش

في عام ١٩٠٨، استخدم الكيميائي الألماني، فريتز هابر (١٨٦٨-١٩٣٤)، الجهاز المصنّع (إلى اليمين) لإنتاج الأمونيا ولم يكن تفاعل النتروجين مع الهيدروجين عملية سهلة، لكن هابر نجح في تهبة الظروف اللازمة مخبرياً لإحداث التفاعل. وبعد خمس سنوات، توفّر الكيميائي الصناعي الألماني، كارل بوش (١٨٧٤-١٩٤٠)، جهاز هابر المخبري إلى الحجم الصناعي فكان عليه أن يصنّف مُعدّات ضخمة ومبنيّة لتتحلّل الصعوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة اللازمة لصنع الأمونيا



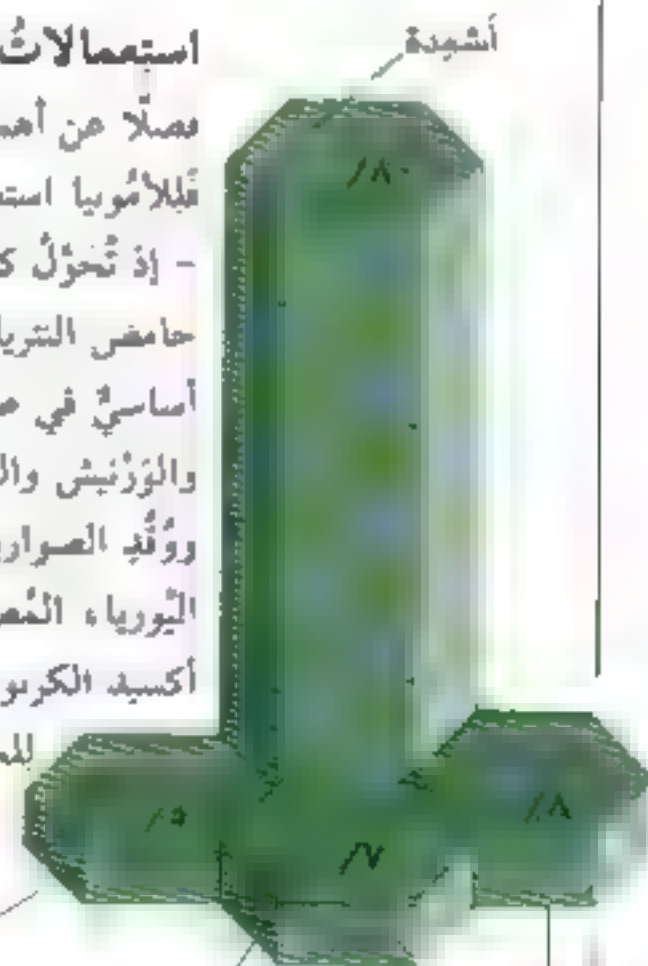
جهاز هابر لصنع الأمونيا

## صنع الأمونيا

تُصنّع الأمونيا اليوم في مصانع لا تزال تعتمد التصميم الأساسي التي وضعها بوش. وعملية التصنيع مُعقّدة مُتعدّدة المراحل، من صيغتها نفخة النتروجين والهيدروجين أمّا المرحلة الأكثر أهمية فهي تحويل العار إلى أمونيا. وكان بوش قد أجرى ٦٥٠٠ تجربة ليحدّد أن الحديد هو الحفّاز الأفضل لتسريع التفاعل بينهما.

## استعمالات الأمونيا

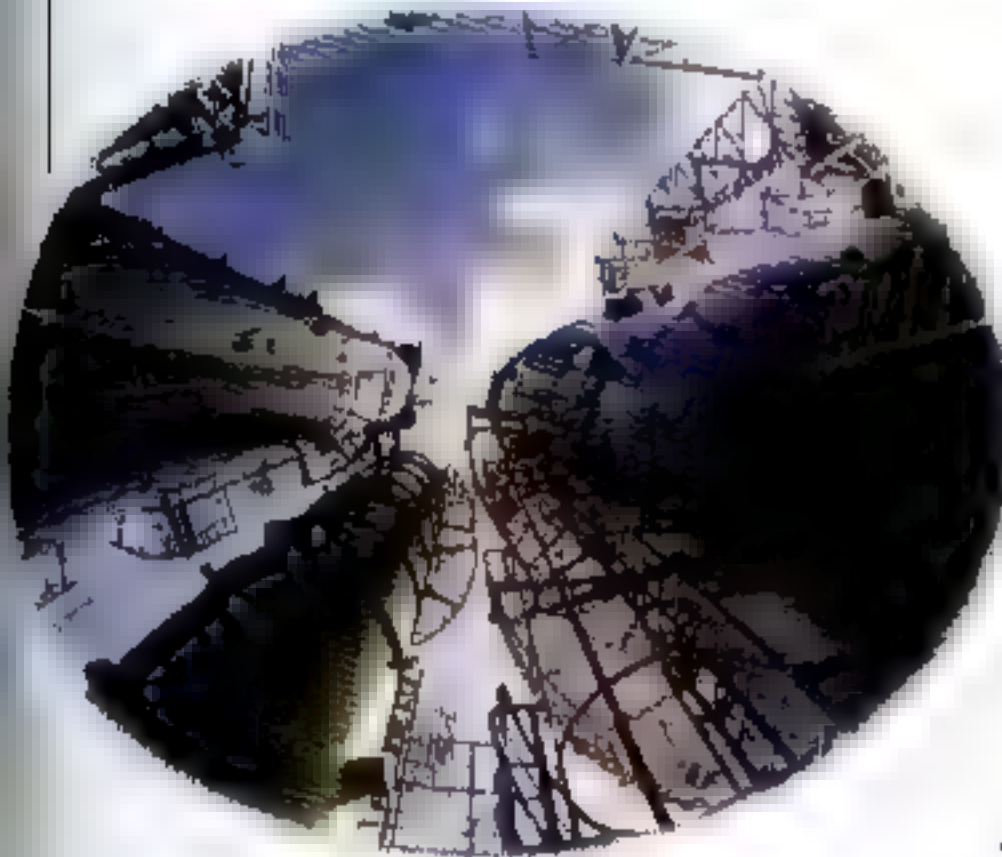
مُصلاً من أهميتها في تصنيع الأسمدة للأمونيا استعمالات أخرى متعدّدة - إذ تُحوّل كمّيّات كبيرة منها لإنتاج حامض النتريك. وهذا الحمض أساسي في صناعات البُلكون والورنيش واللاكيه والمُصنّعات ووقود الصواريخ. كما تُستخدَم اليوريا، المُصنّعة من الأمونيا وثاني أكسيد الكربون، كغذاء تكميلي للمحاصيل الداجنة، وفي تصنيع اللدائن



بيلاون

حمض النتريك

استعمالات أخرى



مصانع الأمونيا الحديثة ضخمة ومعقّدة. في استجيرات المبنيّة أعلاه يتمّ إدارة ثاني أكسيد الكربون من الهيدروجين - وما هذه إلا إحدى المراحل في تحضير إحدى المادّتين الأوليتين من الميثان.

يُدفع الغاز  
الشاحنة عبر  
حجرة حفر يبلغ  
ارتفاعها ٢ متراً

حجرة  
الحديد

تُبرّد الغازات حتى تتسبّل  
الأمونيا ويمكن إخراجها

مبنيّاً يتحوّل أقلّ من ثلث الهيدروجين والنتروجين إلى أمونيا. لكن يُعاد تدوير النفايات للاستهلاك كركازا حتى ننتج الأمونيا

حجرة  
الحفر

عندما يمتلئ  
الغاز الشاحنة

الحفّار (كرات الحديد الصغيرة في حجرة الحفر)  
تُحاشد حريشاًهما وتتفاعل لتنتج الأمونيا

## من حمض إلى سماد

يستخدم المزارعون أملاح الأمونيوم كسماد كيميائي

وتُصنّع هذه الأملاح بترج الأمونيا مع حمض النتريك الساخن، ثمّ يُذَرّ المحلول من أعلى ترح رشّ لسقوط القطرات في تيار صاعد من الهواء البارد مُكوّنة حبيبات مُكوّرة من نترات النشادر.



## لمزيد من المعلومات انظر

- الترايط الكيميائي ص ٢٨
- النتروجين ص ٤٢
- الهيدروجين ص ٤٧
- الحفّارات ص ٥٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الكيمياء الزراعية

كثير من الطعام الذي نتناوله نتج أو أنتج بمساعدة الكيماويات التي توفرها الصناعات الكيماوية - من أسمدة تحوي معادن مختلفة لا يزدهر نمو النباتات، أو تزدهر غلاتها وتزكو، بدونها، إلى كيماويات تتحكم في إنضاج الثمار كي لا تفسد قبل أكلها، إلى مغذيات كيماوية إضافية تُسرّع وتُعزّز نمو الحيوانات الداجنة وتجنّبها الأمراض. غير أن كثيرا من الناس تقلقهم كمية الكيماويات المستخدمة في إنتاج الأطعمة. فتزايد استخدام الأسمدة الكيماوية مثلا يؤدي إلى تلوث المياه، كما إن بعض المبيدات قتال للنباتات والحيوانات غير المؤذية ويُعرض البيئة وصحة الناس للخطر.

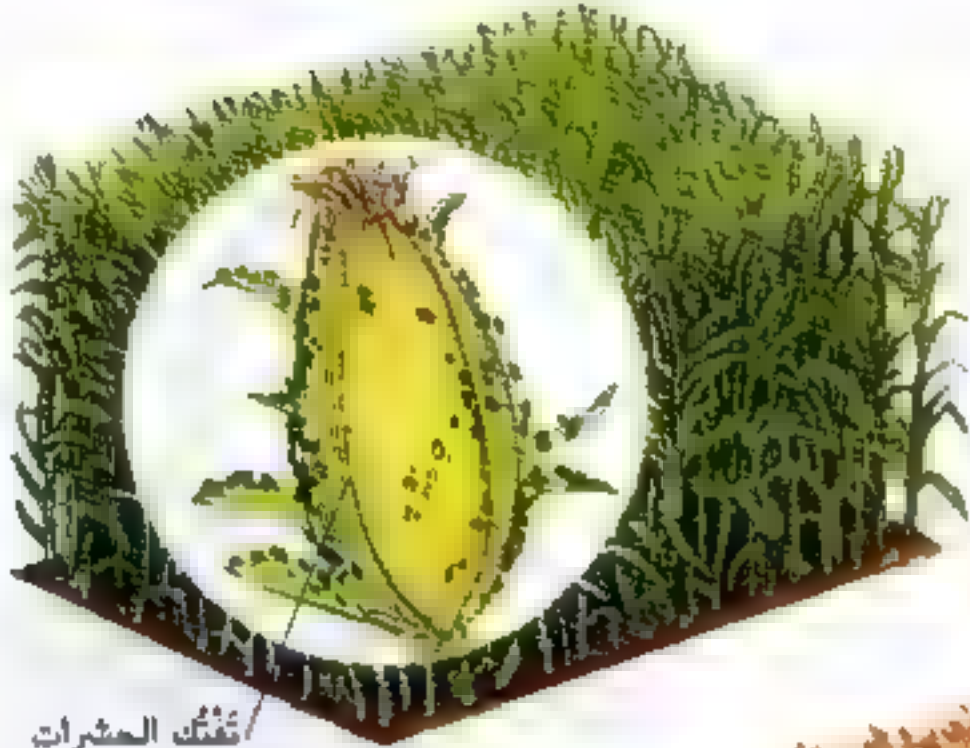


## الأطعمة الكيماوية

بالإضافة إلى طعامها الطبيعي، تُعطى حيوانات المزارع خيوط معدنية من الكيماويات تحوي نيتروجينًا إضافيًا يُساعد في نموها وتسريع نموها.

## مبيدات الحشرات

يقتل المبيد الحشرات بإحدى طريقتين - إما بتسبب التسمم أو سببًا بالتسمم المعدة، أو احتناقًا بالمخدرات السامة.



تفتك الحشرات  
بمروغات الدرة

قد تتلف الفطر  
محصول حقل القمح  
كاملاً.

## مبيدات الفطر

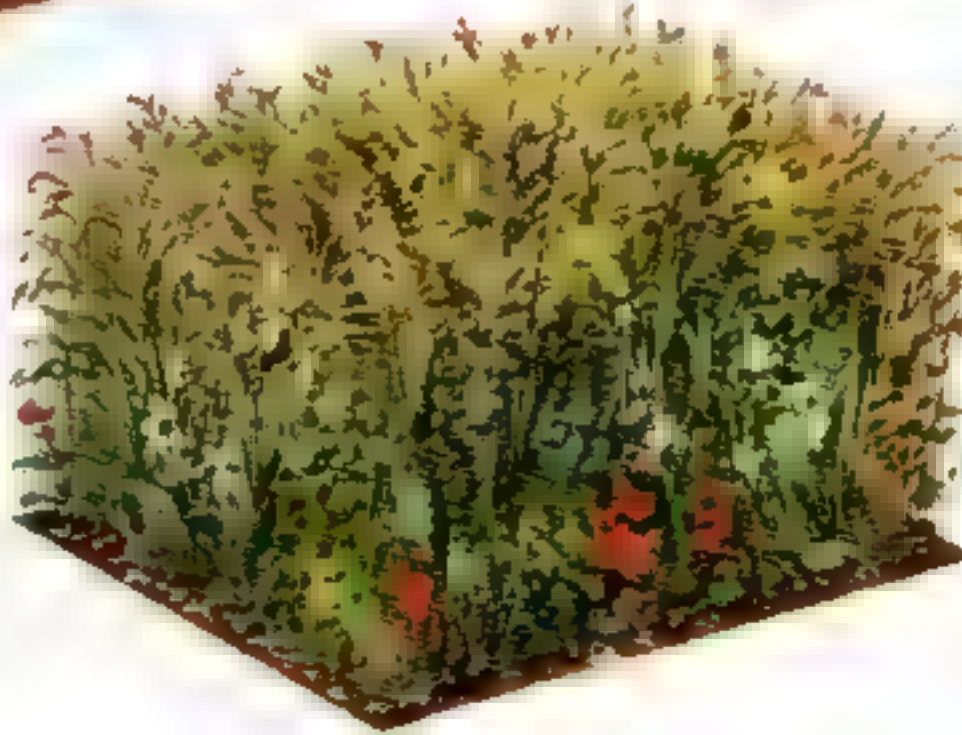
مبيدات الفطر كيماويات عضوية، قد تحوي الحارصين والمنعز والشماس، يرشها المزارعون على مزارعهم أو يضعونها في التربة. وبذلك تُمنع الفطريات من الانتشار وإتلاف كامل المحصول.



تحدث الأعشاب الصارة  
النباتات الأخرى من  
الحبيرة ومن الطعام

## مبيدات الآفات

كل كائن حي يُعطل نمو المروغات أو المواشي يُدعى آفة. فقد تكون الآفة عشبنة تُنافس المروغات على الغذاء والماء والمعادن، أو قُطراً يفسد خيوطه المصنوعة من أنسجة النبات، أو حشرة تُفرض مساراتها خلال أوراق النبات وتُماره وجذوره. ولتقليل أعداد هذه الآفات والحد من أضرارها يعتمد المزارعون لاستخدام المبيدات - وهي كيماويات مُصنّعة لتعطيل واحد أو أكثر من التفاعلات الحيوية في جسم الآفة.

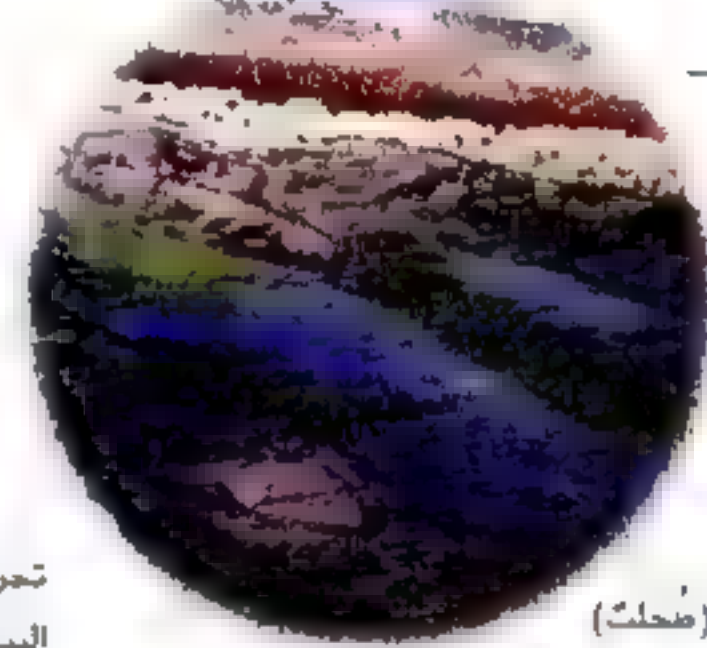


## مبيدات الأعشاب الصارة

المبيدات تقتل الأعشاب الصارة نظرياً من خلال منع عملية التخليق الضوئي فيجرح الأعشاب من تخليق غذائها. وتعمل مبيدات أخرى بتسميم خلايا النسيج الإنشائي في رؤوس جذور تلك الأعشاب ويبرمج أعصابها

## كيماويات لتعزيز المحاصيل

توفر الأسمدة شتى المعادن التي تحتاجها النباتات. ولكل معدن تأثيره الخاص في تعزيز النمو الخضري أو الإثمار. ولاختبار تأثير سماد معين في هذا الصدد، يقوم المزارعون بمقارنة نمو وغلة مجموعتين من النباتات سُمدت إحداهما بالسماد المعين



## الزراعة

### العضوية

لا تسقى زرع  
ومواشي المزرعة  
عضوية أي  
كيماويات  
اصطناعية  
لا كاسميد

ولا كمغذيات إضافية. فالمزارعون العضويون يعدلون التربة بالأسمدة الطبيعية (كالزئيل) لتوفير المعادن اللازمة لمحاصيلهم كما يستخدمون أسلوب تغذية الزرع سنوياً في حقولهم لتغذية الزرع المُدَوَّر على التوالي من مختلف المعادن الموجودة في السماد. وهذا الأسلوب يقطع أيضاً دورة حياة الآفات الزراعية ويحفظ أعدادها أما المغذيات الإضافية فتحصل عليها الحيوانات المزرعة العضوية من الكيماويات الطبيعية المتواجدة في الأعشاب والطحالب البحرية



## لمزيد من المعلومات انظر

- المغذات القلوية ص ٣٤
- النيتروجين ص ٤٢
- الفوسفور ص ٤٣
- الفلويات والقواعد ص ٧٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# صناعة الأغذية

لعلَّ مُعظمَ ما تناولته من طعام اليوم كان قد جُمِعَ من حقل أو مزرعة قبل عدَّة أسابيع أو حتى أشهر، لكنَّه لا يزالَ جيِّدا طيِّب المذاق. فِصْناعَةُ الأغذية تعالجُ الكثيرَ من أطعمتنا بالكيمائيات ليبقى سليماً صالحاً للأكل منظرًا ومذاقًا. وهو بدون ذلك مُعرَّضٌ لِتسرُّب الميكروبات (كالجراثيم والمُطريات) التي تُسرِّعان ما تفسدُه مُحيلة إياه، كُلَّه أو بعضه، إلى مُركَّبات كريهة المذاق والمنظر، وربما سامَّة أيضًا. لقد بدأ الإنسانُ معالجة الأغذية بالتمليح والتجفيف والتدخين منذ آلاف السنين ليحفظها

قوتًا له في أشهر الشتاء العجاف. واليوم، تقدَّمت صناعة الأغذية ووسائل نقلها بحيث غدت متاجرنا تعرضُ مُختلف أنواع المأكولات، من سائر أنحاء العالم، على مدار السنة.



**التجفيد (التجفيف المُجمَّد الخوائي)**  
يعتمدُ زَوادُ الفضاء على الطعام المُجمَّد. ففي طريقة التجفيد، يُجمَّد الطعام أولًا ثم يُتجمَّد على ضغط خفيف يمكن حفظ الطعام المُجمَّد على درجة حرارة الغرفة، لأن الحرائيم لا تستطيع لعيش بدون ماء.



يُنقل الحليب  
مباشرةً إلى معامل الزبدة  
والجبن



## البشرة

العبان يُمَلُّ الحرائيم، لكنَّه يُتَبَّع بعض المُعدَّيات أيضًا أتمًا في البشرة، تُحقن السوائل، كالحليب، إلى درجة ٧٠ من لمتة ١٥ ثانية ثم تُرَدُّ بسرعة بهذه الطريقة تُد الجراثيم وتُحفظ النكهة.

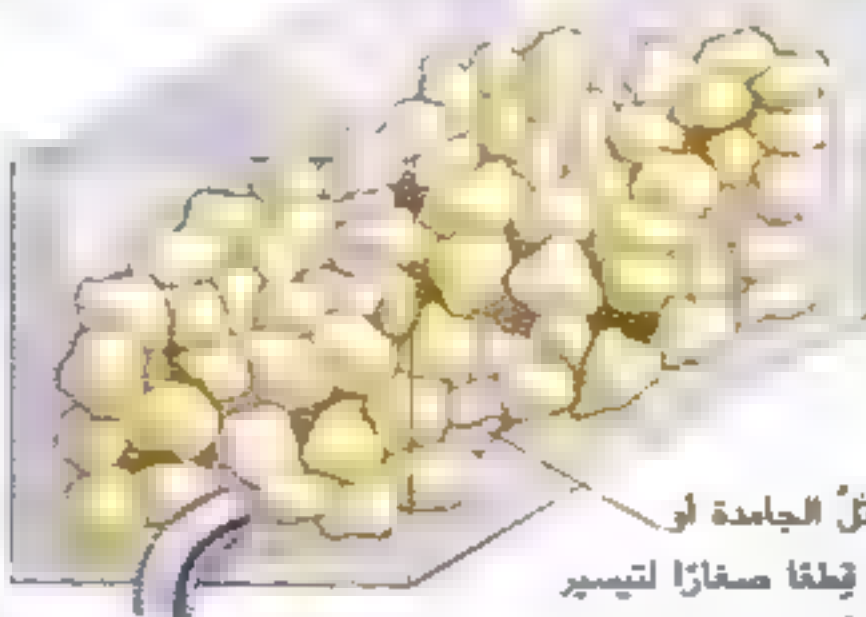
تُصاف بكتريبات حاصَّة إلى الحليب، وهذه تعدي بالكتور (شكر اللبن) وتحوَّل إلى حامض اللكتيك (حامض اللبن) وهذا الحامض يُحتر الحليب ويُعوضه.

## من حليب إلى جبن

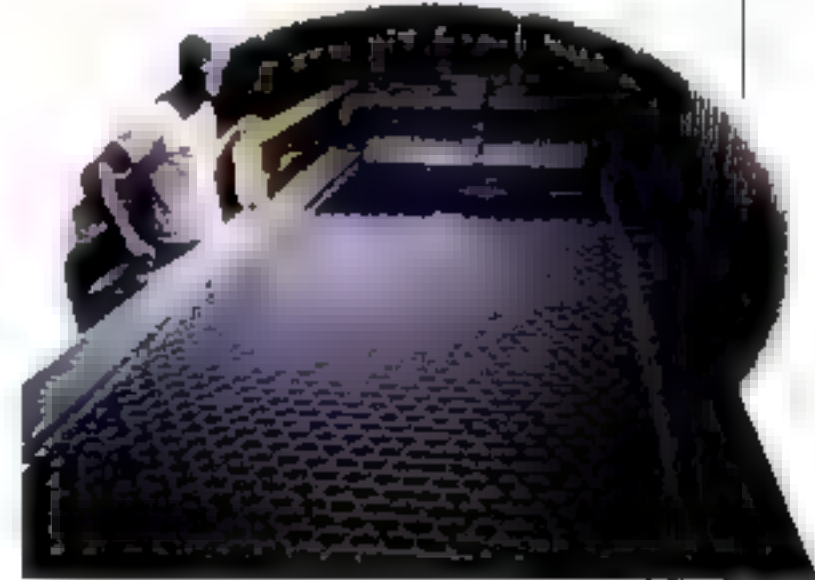
الحليب مخلوٌّ مني يحوي بروتينا وسُكَّرًا وفيتامينات ومعادن وفطرات من لُدغس تجعله أبيض نلون. غير أنه يحوي أيضًا بعض البكتريا التي تعدي وتكثُر فيه، محولة إياه إلى سائل حمض في بضعة أيام. وقد اكتشف أسلافنا منذ القدم إمكانية جَمِّط المُعدَّيات في الحليب بتحويله إلى جبن اليوم، نعرف أنواعًا عديدة من الجبن، لكنَّ مُعظمها يُمَر في إنتاجه بالمراحل الأساسية ذاتها

تُمَلِّج الحُثارات وتُضغَط لإزالة ما تنقى بها من قصل. ثم تُشكَّل الحُثارات في قوالب وتُحرَّن على رغوف باردة حتى تنصج إلى جبن.

يُدقُّ الحليب وتضاف إليه  
المُنقحة (المُسحَّرة من  
معد الحول)  
يحوي المُنقحة اريفا  
يدعى الزينين (المنفحين)  
الذي يُختر قسطا  
من الحليب إلى  
كُتكر جامدة.



تُقَطَّع الكُتَل الجامدة أو  
الحُثارات قطعًا صغائرًا لتيسير  
تصريف القصل. ويُستفاد من  
قصل اللبن هذا طعامًا  
لحيوانات المزرعة.



## التعليب

تُشاهد في الحوائيت والمناحر، صغيرها وكبيرها، بعض من الأعدية المُعلَّبة، المصنوبة الجُودة والصلاحية لمدى طويلة. ففي طريقة التعليب، الأكثر شيوعًا لحفظ المأكولات، تُعلَى الأطعمة الصارحة مُبينة أولًا لِلتخلُّص من ابريمانها، ثم تُعلَّت وتُسجَّن لإددة الحرائيم وأخير، تُحنَم المُت حيثما لضع وصول الأكسجين والحرائيم إلى محتوياتها



## التجميد السريع

الحرائيم لا نستطيع الاغتذاء والتكاثر في طعام مُجمَّد. في التجميد المائي، تُمرَّر مواد الطعام الصغيرة، كالسيلي على ستر نافلة فوق عَضف من الهواء البارد (-٣٤ س). فتتأقَّر حبوب السيلي في الهواء بحريرة بعضها فوق بعض، كالجسيمات في مائع، وتتجمَّد في دقائق معدودات.



## مُضافات الأطعمة

إعداد الوجبات الخفيفة، كالمسبحة، وتناولها لا يستغرق طويلاً. عبر أن هذه الوجبات تحوي نسبة عالية من الدهون والسكر وغالباً ما تكون مقوماتها معالجة بالكيماويات والمضافات. لذا ينبغي اللجوء إليها عند الاقتضاء فقط. صناعة الأغذية تستخدم المضافات لمنع فساد الطعام قبل أكله، وقد تُصفي عليه منظرًا جذابًا ومذاقًا طيبًا. وهناك المضافات من مختلف المضافات، بعضها طبيعي والعصر الآخر اصطناعي.

## المُكّهات

بعض المشروبات، كالكولا، تحوي مُكّهات كيميائية طبيعية تزود نكهتها بالتمكك مع الرمز. لذا يُصار إلى الكيماويات الاصطناعية ذات المذاق الأحذ والأقل غرضة للتمكك لمُحاكاة الكيماويات الطبيعية.

## المُستحلبات

الزُبد والماء لا يمزجان، فسرعان ما يتصلب حليهما. عبر أن المُستحلبات، كالسمن (المُخين) من صغار لبيص، تبقى على تماسهما كما في اللبن الرائب والشوكولاتة والبوظة.

## معالجة الأطعمة

٤٠٠٠ ق.م. - استُخدم التليخ والتدخين والتجفيف في حفظ الأطعمة  
٣١٠٠ ق.م. - استُخدمت الخميرة في صنع المشروبات الكحولية بالتخمير.  
٢٠٠ ق.م. - استُخدمت البكتيريا المُخفزة في صنع اللبن الرائب بالتخمير.  
١٨١٠ اكتشف نغولا فرسوا أثير (١٧٥٢-١٨٤١) طريقة لحفظ الطعام في أوعية محكمة السد. ومن هذا الاكتشاف تطورت صناعة التعليب.  
١٨٧٠-١٨٧٠ ابتكر لويس باستور (١٨٢٢-١٨٩٥) طريقة لقتل البكتيريا الضارة في اللبن والحمض.  
١٩٢٠ حوّل كلارك بيردزاي (١٩٦٦-١٩٥٦) طريقة لتجميد الطعام بسرعة.

## الملونات

المُصبب الطبيعية قد تترك تاركة الطعام بهًا وعبر مُصبب لكن الملون الطبيعي، مثل كاروتين، المُصنع من الحرير يحفظ لعصير البرتقال لونه البرتقالي.

## التشعيع

تستخدم هذه الطريقة الإشعاعات التي تحترق الأطعمة فتقتل ما فيها من متعضات. لكن تشعيع الثمار والخضار يبقى نُصحها ويوفد نموها. كما أن التشعيع يُغيّر جزيئات الطعام ذاته، وقد يتلف الفيتامينات والمغذيات الأخرى فيه. لذلك، وبسبب الخوف من ارتفاع مستوى النشاط الإشعاعي في الأغذية المُعالجة، يبقى تعريض الأغذية للإشعاع يقيّة مُثيرة للجدل والخلاف.

## الميكروبات المُفيدة

يتحوّل عصير العنب في هذه الحواشي إلى سبيج بيجل ملايين خلايا الخميرة الدقيقة. وقد استُخدمت هذه الخمائر منذ آلاف السنين في صنع المشروبات الكحولية والخبز. هذا الاستخدام طوّز اليوم لتصنيع مواد نافعة أخرى من مواد لاثقيلية فيما يُسمّى بالتقانة البيولوجية. فبعض الميكروبات تستطيع تحويل العيثانول، المُحصّر من العاز الطبيعي، والتغايات، من صناعة الورق، إلى علف لحيوانات المزارع.

## مُضافات التأكسد

تتفاعل الدهون مع الأكسجين فتولّد حموضًا كريهة الطعم والرائحة تُفسد الطعام. وتستخدم مُضافات التأكسد لمنع هذا التفاعل. ومن هذه المُضافات هيدروكسي التولوين البيوتيلي الذي يمنع تعفّن الدهن في رقائق الذرة.

القواعد الكيماوية، مثل بيكرات الصوديوم والأمونيوم، في البسكويتات تُحسّن نكهتها وتمنع عنها التغيرات اللونية والحمضية.

مُطر الحلو، والسكر الملون اصطناعيًا يُغري بتناولها.

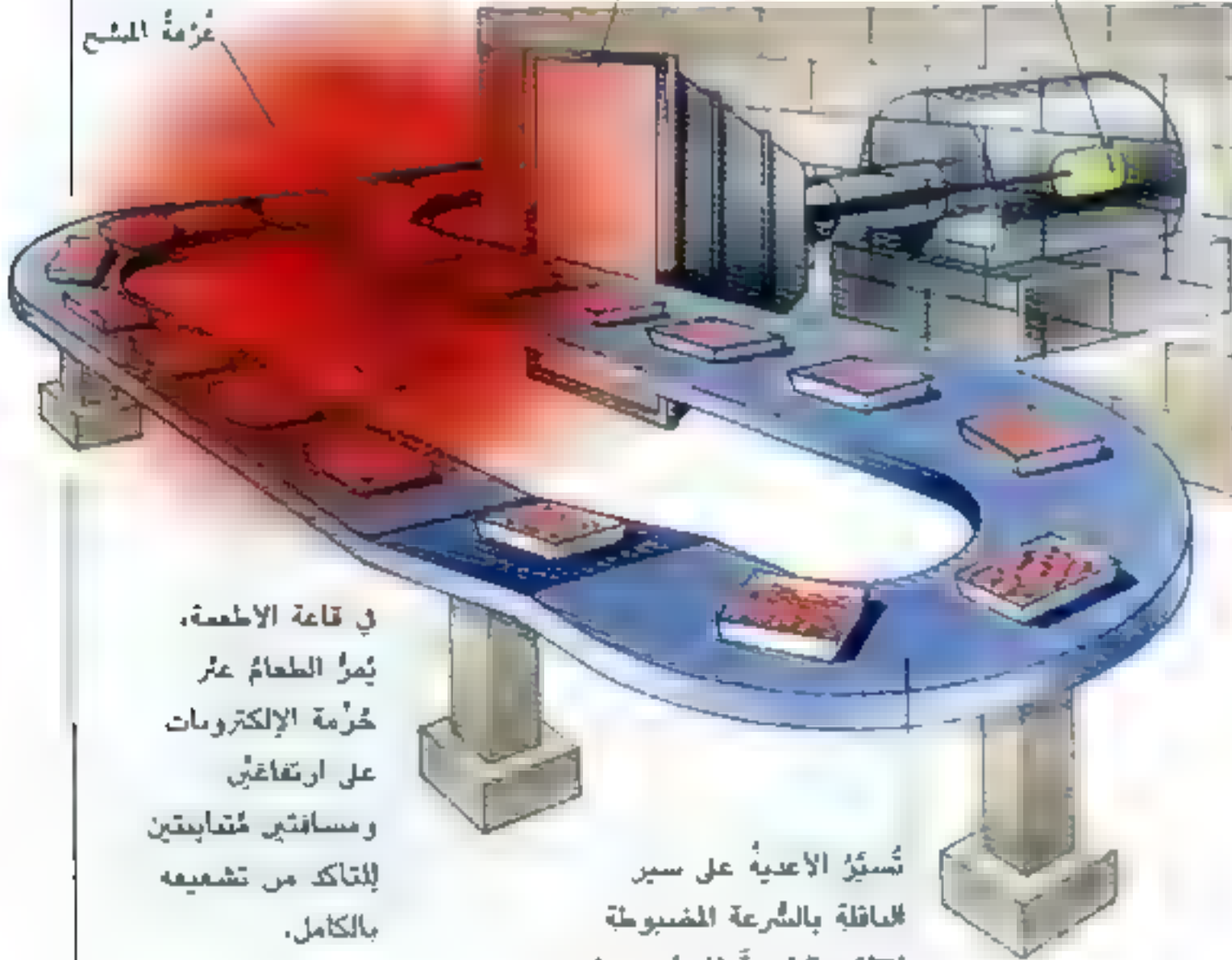
## الحواشي

الأملاح والسكر تُستعمل الجراثيم والتغذيات ومثلها. إذا يُضاف يثرب الصوديوم إلى النفاق، وشوربات البوتاسيوم إلى صالحة الدورة الحرة. فمثل هذه الحواشي تصنّف الطعام طويلاً.

يُبقى ثوب المشع حرمة الإلكترونات متركزة في مساحة ضيقة من وحدة المعالجة.

مُدعة إلكترونات تُطلق إلكترونات عالية الطاقة.

حرمة المشع



في قاعة الأطعمة، يمر الطعام عبر حرمة الإلكترونات على ارتفاعين ومسافتين مُتباينتين لتتأكد من تشعيه بالكامل.

تُسبب الأعداء على سير المناقلة بالسرعة المضبوطة لتتلقى الجرعة المُضّرحة بها من الإشعاع.

خلايا الحمرة الدقيقة



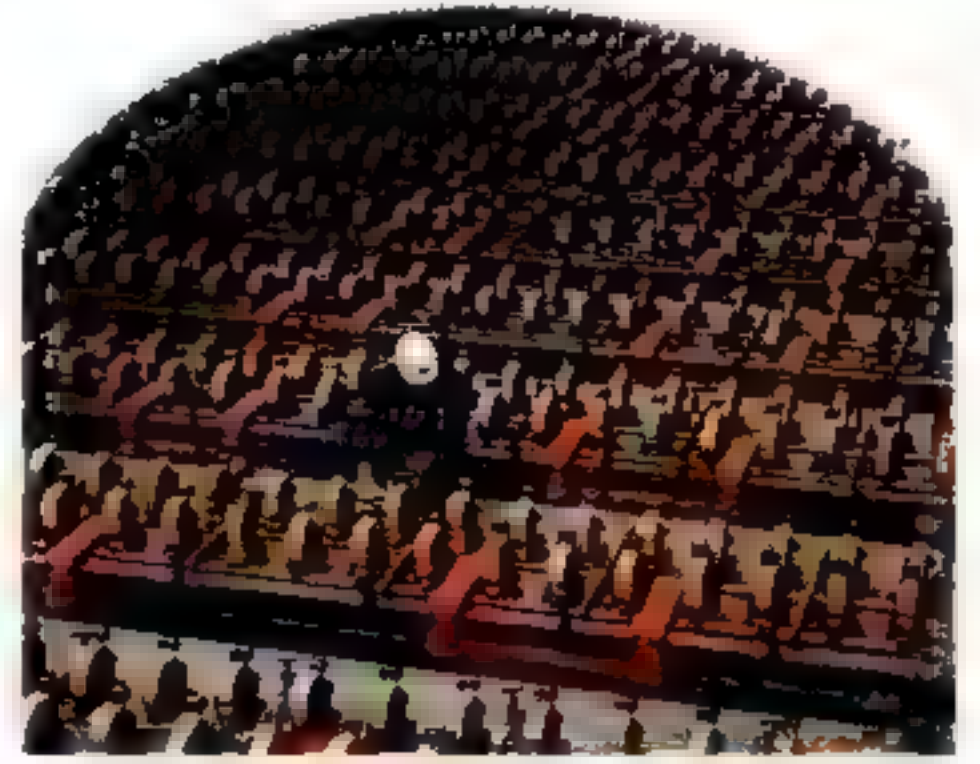
## لمزيد من المعلومات أنظر

النشاط الإشعاعي (القاعدة الإشعاعية) ص ٢٦  
الأكسدة والاختزال ص ٦٤  
كيمياء الأعداء ص ٧٨  
الاحتجاز ص ٨٠  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# صناعة القلويات

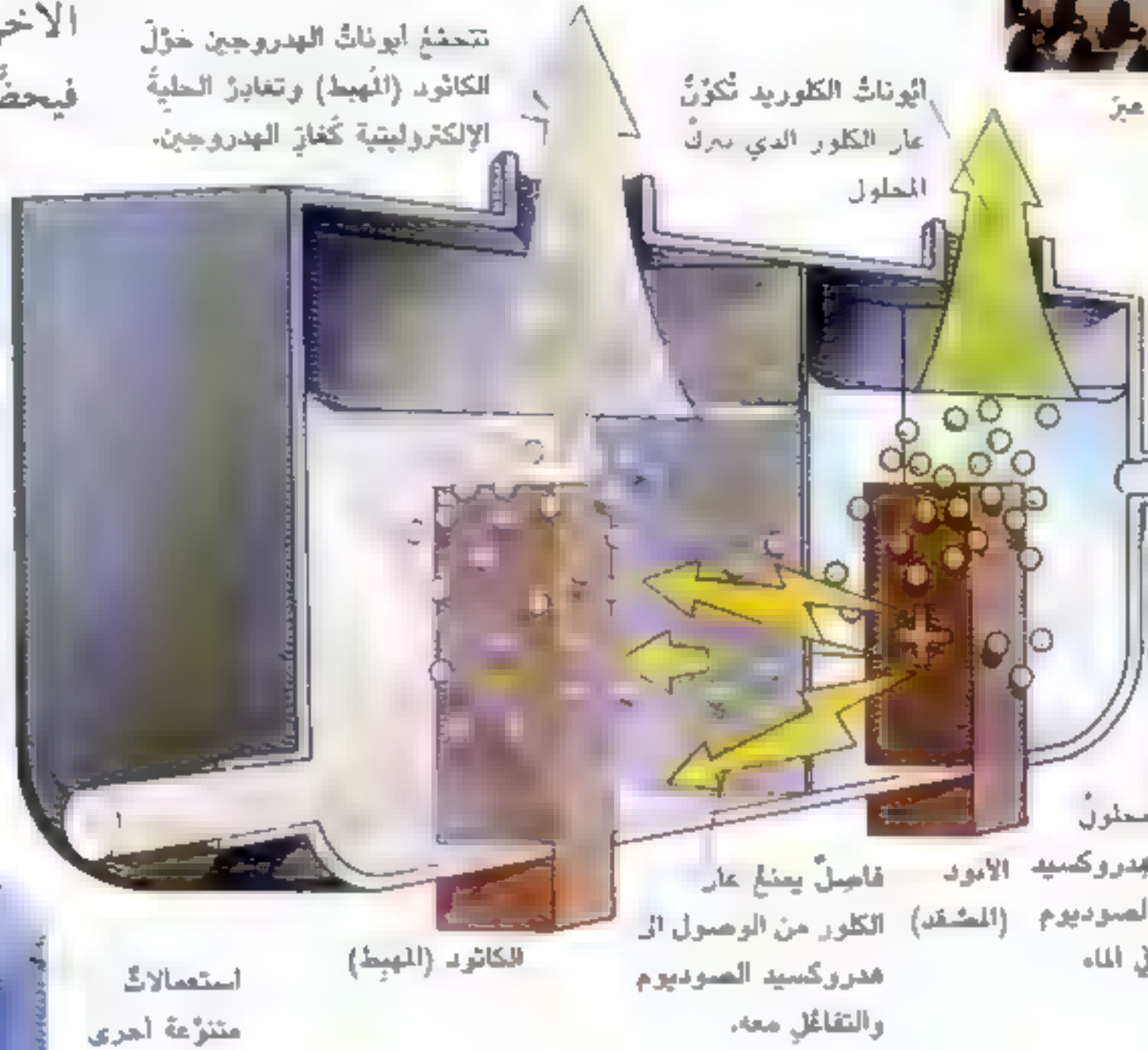
القلويات المحضرة من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) أساسية في صنع الصابون. والقلويان الأهم اللذان يُحضّران من هذا الملح هما هيدروكسيد الصوديوم وكربونات الصوديوم. والواقع أن هذين القلويين هما الأهم بين ما تنتجه صناعة القلويات إذ يُستخدمان في صنع مُنتجات عديدة. ويبلغ ما تنتجه المعامل الكيماوية في مختلف أقطار العالم، من كُلّ منهما، حوالي ٣٥ مليون طن سنوياً. يُحضّر هيدروكسيد الصوديوم بمرار تيار كهربائي عبر محلول ملحي. وتنتج عملية الكهرلة هذه في الوقت نفسه غاز الكلور. يعني أن مصنع هذا القلي هو مصنع للكلور أيضاً. أمّا القلي المهم الآخر، كربونات الصوديوم، فيحضّر من محلول الملح وثاني أكسيد الكربون بطريقة صولفي خاصة.



يُحضّر هيدروكسيد الصوديوم بمرار الكهرباء عبر السائل الملحي في هذه الخلايا الإلكترونية.

تتحقق أيونات الهيدروجين حول الكاثود (المهبط) وتعاير الحليّة الإلكترونية كغاز الهيدروجين.

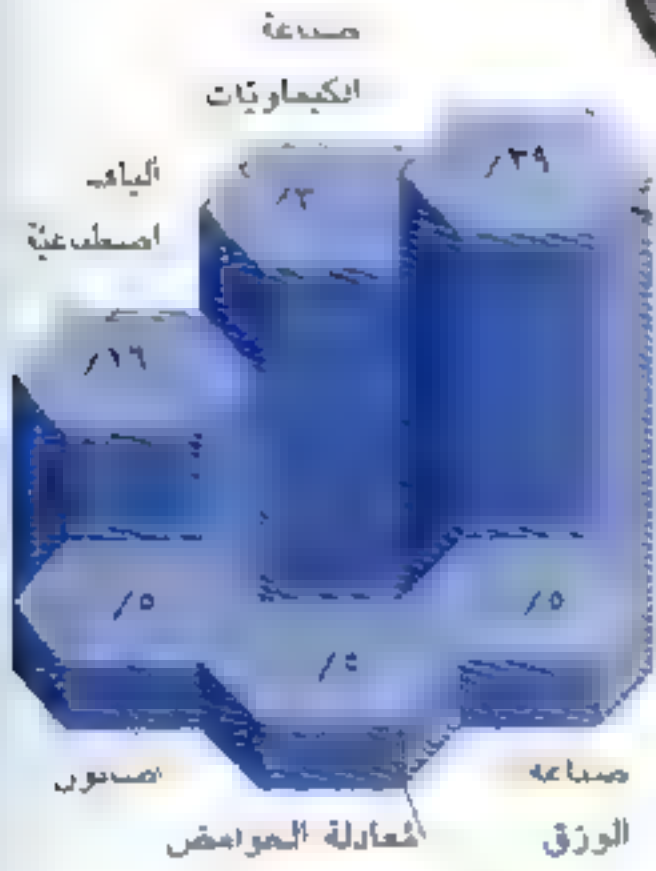
أيونات الكلوريد تتكوّن غاز الكلور الذي يترك المحلول



## هيدروكسيد الصوديوم

يتألف محلول الملح في الماء من أربعة أنواع من الأيونات هي: أيونات الصوديوم والكلوريد والهيدروجين والهيدروكسيد. وفي أثناء الكهرلة تنجذب الأيونات السالبة (أي الكلوريد والهيدروكسيد) نحو الأنود، والأيونات الموجبة (أي الصوديوم والهيدروجين) نحو الكاثود. وعندما يفصل الصوديوم عن الكلوريد، يتفاعل مع الماء فيولّد هيدروكسيد الصوديوم.

يمكن زيادة تركيز هيدروكسيد الصوديوم بتخفيف بعض الماء من المحلول



استعمالات متنوعة أخرى

أزغب زجاجية الزجاج الرغوي واللوحى بمختلف أنواعه

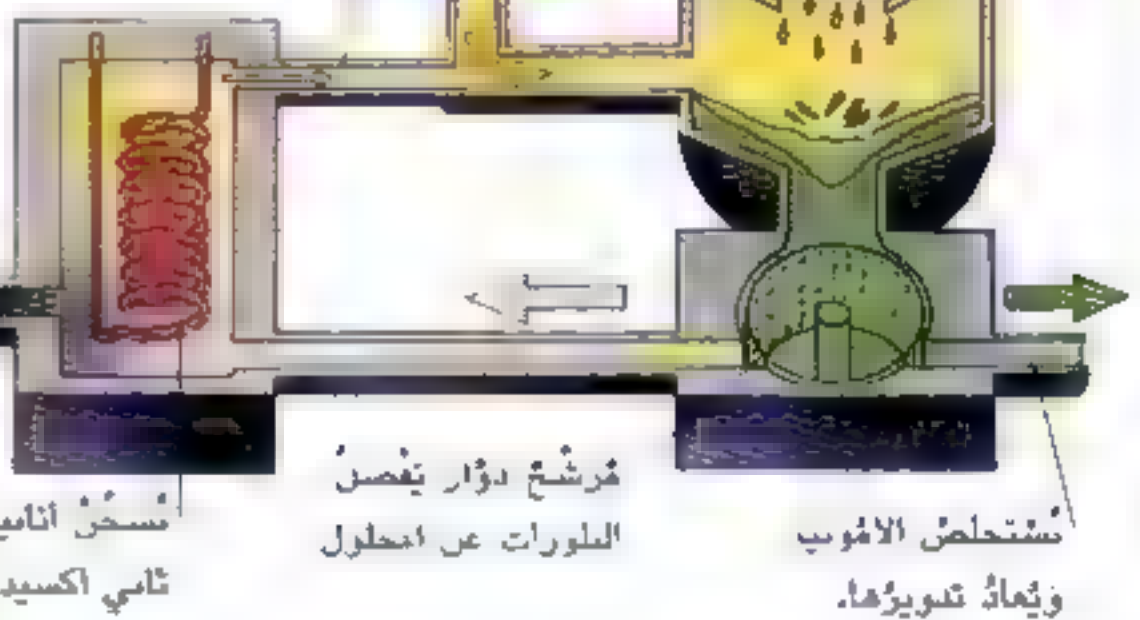
## استعمالات كربونات الصوديوم

لعلك شاعرت هذا القلي بشكل بلورات صلبة العسل، لكنه يعمل أيضاً في تصنيع مُنتجات عديدة شتى - من الحرقبات والأقمشة إلى الصور المتوغرافية والمصنوعات الجلدية

## كربونات الصوديوم

تُسحق أنابيب التبخار الملوّات لطرث ثاني أكسيد الكربون والماء منها.

ثاني أكسيد الكربون يُعاد تدوير ثاني أكسيد الكربون المطلق من الملوّات.

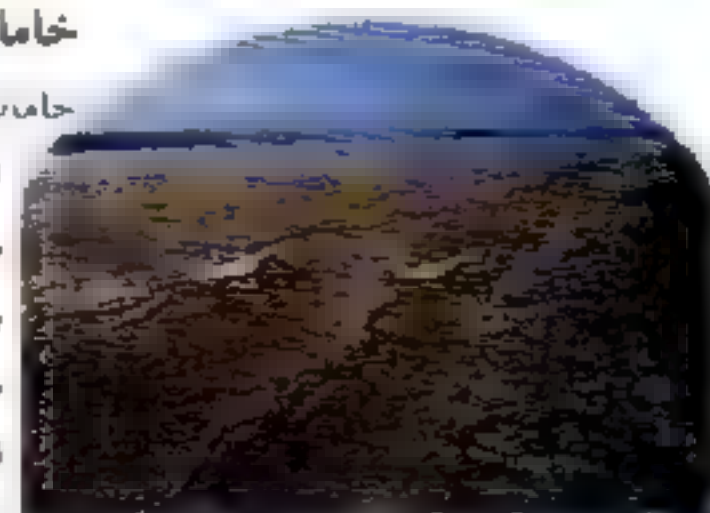


## كربونات الصوديوم

يمتص المحلول الملحي ثاني أكسيد الكربون ليكوّن كربونات الصوديوم. وفي طريقة صولفي، يُذاب ثاني أكسيد الكربون في المحلول الملحي والأمونيا فيتكوّن في المحلول بلورات من بيكربونات الصوديوم وهيدروكسيد الأمونيوم. ثم تحمى البلورات الناتجة للحصول على كربونات الصوديوم

## خامات الترونا

خامات التحيار الحديثة والخواص الضرورية الطمعة، هي مناطق محسنة من العالم، تتألف من كربونات وبيكربونات الصوديوم وهي مصدر مهم لكربونات الصوديوم إذ يمكن استخلاصها منها بفعالية شديدة دون اللجوء إلى طريقة صولفي



## لمزيد من المعلومات انظر

- البرنث الكيماوي ص ٢٨
- المعزبات القلوية ص ٣٤
- الهاالوجيات ص ٤٦
- الكهرلة (الحمل بالكهرباء) ص ٦٧
- القلويات والمواد ص ٧٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الصَّابُونُ وَالْمُنْظَفَات

الصَّابُونُ مُنْظَفٌ أَساسِيٌّ لَا غَنَى عَنْهُ لِتَحْقِيقِ مُستوى نِظَافَةٍ مَقْبُولٍ. فَالماءُ وَحْدَهُ، رُغمَ استطاعتهِ إِذابةِ الكَثيرِ مِنَ الأوساخِ، عاجِزٌ عَنِ إِذابةِ الشَّحُومِ وَالدَّهُونِ؛ لَكِنْ حِينَ يُفَكِّكُها الصَّابُونُ فَإِنَّ الماءَ يَشْطُفُها بِسُهولةٍ. يُحَضَّرُ الصَّابُونُ بِتَفاعُلِ هيدروكسيد الصوديوم مع الدَّهُونِ أو الزَّيوتِ الحَيوانِيَّةِ وَالنَّباتِيَّةِ. بَعْضُ أنواعِ الماءِ عَسِيرٌ لَا يَرغُو فِيهِ الصَّابُونُ لِإِحتوائِهِ مُركَّبَاتٍ كيميائيَّةً تَتَفاعَلُ مع الصَّابُونِ لِتَكونَ أَمَلاحًا عُثائِيَّةً غَيرَ ذَوَابَةٍ. المُنْظَفَاتُ الاصْطِعامِيَّةُ تُحاكي فِعْلَ الصَّابُونِ، أَكانَ الماءُ يَسِيرًا أو عَسِيرًا، دُونَما زَبَدٍ أو عُثاءٍ؛ وَهي تَحضَّرُ بِمُفاعِلَةِ كيميائِيَّاتٍ مِنَ النِّفْطِ الخامِ مع حامِضِ الكَبريتيكِ.

مُنْظَفُ أَرْضِيَّاتٍ

شامِپُو

سائِلُ جِلِي

صابُون

تُجَدِّثُ  
خَرَبِثَاتُ  
الماءِ رُؤُوسُ  
جَرَبِثَاتِ المُنْظَفِ  
البَيْعَةُ المَدَى. وَبِذلكِ  
تَرتَفِعُ جَرَبِثَاتُ لَشْجَمِ  
وَالْمُنْظَفِ فِي الماءِ وَيَشْطُفُها.

خَرَبِثَاتُ المُنْظَفِ فِي الماءِ

## مُنْظَفَاتٌ مُخْتَلِفَةٌ

تَعْمَلُ المُنْظَفَاتُ المِخْتَلِفَةُ بِأَساليبٍ شَتَّى. فَالصَّابُونُ يُغَطِّي الجِلْدَ بِجَرَبِثَاتٍ مُربِيَّةٍ لِلشَّحْمِ وَهي الشَّامِپُو كيميائِيَّاتٌ إِصْصاعِيَّةٌ تُبْنِي الرِّعَاةَ عَلَى الشَّعْرِ بِمَا تَعَكِّدُ الشَّحْمَ أَمَّا مُنْظَفُ الأَرْضِيَّاتِ فيَحْوي كيميائِيَّاتٍ مُعَرِّرةً لِإِزالةِ الأوساخِ الرَّمْلِيَّةِ أو بَحْشِيَّةٍ. وَبِحَويِ سوائِلِ الجِلِي كيميائِيَّاتٍ أُخَرى لِإِزالةِ قَدَمَتِ الأَصْصَعَةِ الدَّهْنِيَّةِ.

رَأْسُ الخَرَبِثَةِ

البَيْعَةُ المَدَى

دَبْلُ الخَرَبِثَةِ

البَيْعَةُ الشَّحْمِ

دَبْلٌ مِنَ الشَّحْمِ

عَلَى سَطحٍ وَاسِعٍ

تَتَحَلَّقُ أَدْبِالُ خَرَبِثَاتِ

المُنْظَفِ حَوْلَ الشَّحْمِ ثُمَّ تَعَوَّضُ بِهِ، فِيمَا

تَظَلُّ رُؤُوسُ الجَرَبِثَاتِ البَيْعَةُ المَدَى حَارِجَةً.

تَحْتَ صَفْطٍ

مَرْتَفِعٍ تَتَفاعَلُ

الدَّهُونُ وَالزَّيوتُ

مَعَ الماءِ السَّاجِ

لِتَكونَ حوامِصَ

أَدْمِيَّةً وَغَليسيرولَ

عِندَما يُفَكِّرُ بِتَفاعُلِ هيدروكسيدِ

الصوديومِ مَعَ الحوامِصِ

الأَدْمِيَّةِ لِتَنتِجَ الصَّابُونَ

مُطْلُوقَ مَلْحِيٍّ

خُثَّارَةُ الصَّابُونِ تَتَكونُ

هيدروكسيدِ

الصوديومِ

مُطْلُوقَ مَلْحِيٍّ

مَعَ الماءِ السَّاجِ

لِتَكونَ حوامِصَ

أَدْمِيَّةً وَغَليسيرولَ

عِندَما يُفَكِّرُ بِتَفاعُلِ هيدروكسيدِ

الصوديومِ مَعَ الحوامِصِ

الأَدْمِيَّةِ لِتَنتِجَ الصَّابُونَ

مُطْلُوقَ مَلْحِيٍّ

خُثَّارَةُ الصَّابُونِ تَتَكونُ

يَدُوتُ الغَليسيرينُ فِي

المَحْلولِ المَلْحِيٍّ أَمَّا

الصَّابُونُ، عِزَّ الدَّوَابِّ

فِي هَذا المَحْلولِ،

فَيَرتَفِعُ إِلَى سَطحِ

الغَلايَةِ كَخُثَّارَةٍ.

المَحْلولِ المَلْحِيٍّ

مَعَ الغَليسيرينِ

## عَمَلِيَّةُ التَّنْظِيفِ

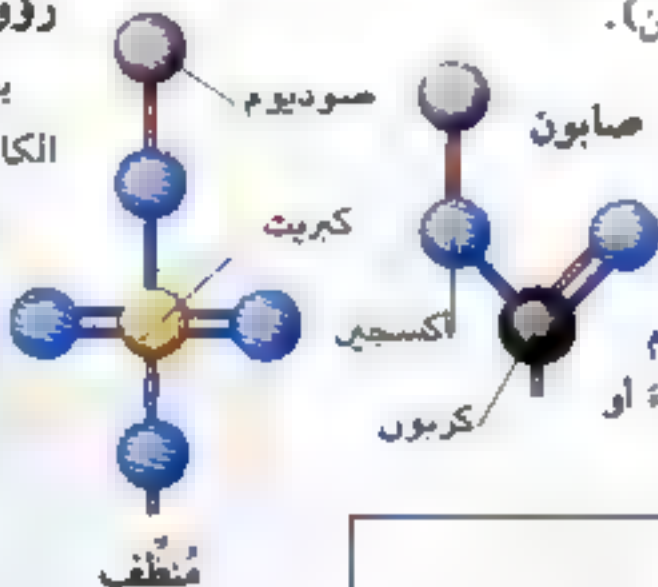
عِندَما تَمْسُحُ الأَرْضِيَّةَ بِجَهدٍ، يَشارِكُ الصَّابُونُ أو المُنْظَفُ بِجَهدٍ مُماثِلٍ إِذ إِنَّ لَجَرَبِثَاتِ الصَّابُونِ وَالْمُنْظَفِ رُؤُوسًا البَيْعَةُ لِلْماءِ وَأَدْبِالًا البَيْعَةُ لِلشَّحْمِ. وَعِندَ مَزْجِ الصَّابُونِ أو المُنْظَفِ بِالماءِ، فَإِنَّ الرُؤُوسَ البَيْعَةُ الماءِ تَدُوتُ فِيهِ، فِيمَا تَلْتَصِقُ الأَدْبِالُ البَيْعَةُ الشَّحْمِ بِالشَّحْمِ وَتُزِيلُهُ عَنِ السَّطحِ.

## تَنْظِيفُ الأَقْبِشَةِ

أَيَّافُ القَمِيصِ القُطْنِيَّةِ (إِلَى الِيسارِ) مُنْظَفَةٌ بِالشَّحْمِ عِندَ غَسْلِ القَمِيصِ تَهاجُمُ جَرَبِثَاتِ الصَّابُونِ وَالْمُنْظَفِ الشَّحْمَ المَلْتَصِقَ بِتِلْكَ الأَيَّافِ وَتُزِيلُهُ (إِلَى الِيمينِ).

## رُؤُوسُ الجَرَبِثَاتِ

يَحْويِ الماءُ العَسِرُ ذَرَيَاتٍ مِنَ الكالسيومِ أو المَغنِسيومِ وَهَذهِ الذَّرَيَاتُ تَعْمَلُ مُعَلِّ ذَرَيَاتٍ لَصوديومِ فِي رُؤُوسِ جَرَبِثَاتِ لَصابُونِ البَيْعَةُ الماءِ فَتَكونُ عُثاءً مُربِدًا.



صابُون

يَحُلُّ الكَبريتُ مُعَلِّ

الكَربونِ فِي رُؤُوسِ

جَرَبِثَاتِ المُنْظَفِ البَيْعَةُ

الماءِ؛ هَلا يَعودُ الكالسيومُ

والمَغنِسيومُ يَكونانِ العُثاءَ أو

الرُّبْدَ.

يَحُلُّ الكَبريتُ مُعَلِّ

الكَربونِ فِي رُؤُوسِ

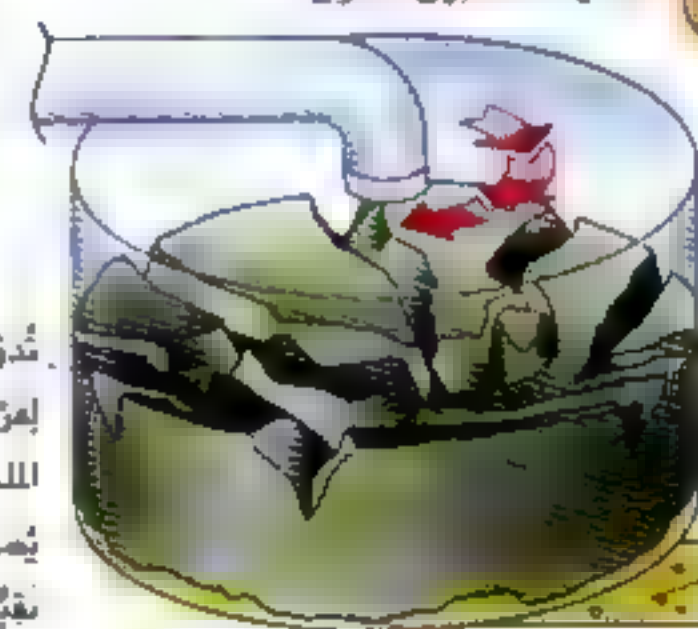
جَرَبِثَاتِ المُنْظَفِ البَيْعَةُ

الماءِ؛ هَلا يَعودُ الكالسيومُ

والمَغنِسيومُ يَكونانِ العُثاءَ أو

الرُّبْدَ.

تَدُوتُ الغَلايَةُ بِشَرعَةٍ كَثيرَةٍ لِغُزُوتِ الصَّابُونِ عَنِ المَحْلولِ المَلْحِيٍّ وَالغَليسيرولِ، اللَّذِينَ يُصَيَّرُ قارِئِي الصَّابُونِ نَقِيًّا.



يَدُوتُ الغَليسيرينُ فِي

المَحْلولِ المَلْحِيٍّ أَمَّا

الصَّابُونُ، عِزَّ الدَّوَابِّ

فِي هَذا المَحْلولِ،

فَيَرتَفِعُ إِلَى سَطحِ

الغَلايَةِ كَخُثَّارَةٍ.

المَحْلولِ المَلْحِيٍّ

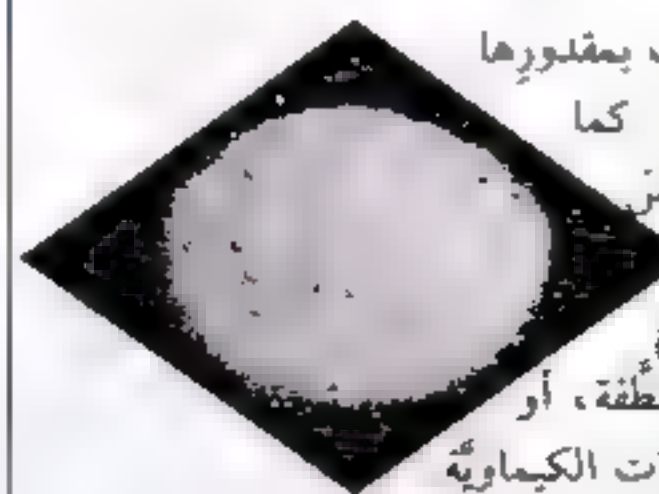
مَعَ الغَليسيرينِ

## صُنْعُ الصَّابُونِ

يَضَعُ صابُونُ، تُحْمَى الدَّهُونُ أو الزَّيوتُ حَتَّى تَمَكِّكُ إِلَى حوامِصِ أَدْمِيَّةٍ وَغَليسيرولِ ثُمَّ تَتَفاعَلُ الحوامِصُ الأَدْمِيَّةُ لِتَنتِجَ الصَّابُونِ وَالغَليسيرولَ وَيُزالُ الغَليسيرولُ مِنَ الصَّابُونِ بِإِذابةِهِ فِي مَخلُوطٍ مَلْحِيٍّ وَهي تَشْكِيلُ الصَّابُونِ إِلَى كُتْلٍ أو فُشارَاتٍ أو سَاحِيقٍ، تُصافُ إِلَيْهِ كيميائِيَّاتٌ مُخْتَلِفَةٌ لِتَقْتُلَ الجِراثِيمَ وَرِيلةَ عَسْرِ الماءِ وإِضفاءَ اللَوْنِ وَالرائِحةِ المَطلُوبَتَيْنِ. إِذْ صُنِعَ قِصْمٌ مِنَ الصَّابُونِ مِنَ قَوادِحِها الأَوَّلِيَّةِ لَا يَسْتَوَقُّ أَكْثَرَ مِنْ ١٥ دَقِيقَةً.

## مُقَوِّمَاتُ سَاحِيقِ الغَسِيلِ

تَحْوي مُعْظَمُ سَاحِيقِ الغَسِيلِ أَزْويَمَاتٍ بِمَقْدُورِها تَمَكِّيكُ الجَرَبِثَاتِ فِي مَقْعِ القَرَفِ وَالذَّمِّ كَمَا تَحْوي مُصْصَعَاتُ صِبْاعِيَّةً تُكَبِّتُ المَلايِشَ زُهوًا وإِشْراقًا - إِصْصاعَةً إِلَى كيميائِيَّاتٍ تُزِيلُ عَسَرَ الماءِ أو تَعَمِّرُ إِزالةَ الأوساخِ وَتَمَسِّحُ عَودَةً تَرسُّبُها عَلَى المَلايِشِ المُسْطَفَةِ، أو تَحَفِّظُ الحَمُوصَةَ تانَةً لِمُحتَلِيبِ التَفاعُلَاتِ الكَيميائِيَّةِ



## لِزِيدِ مِنَ المَعلُومَاتِ تُنْظَرُ

- الأنشور ص ٤٣
- المركبات والمزيجات ص ٥٨
- المحاليل ص ٦٠
- الفلوات والقواعد ص ٧٠
- كيفية الماء ص ٧٥
- حقائق ومعلومات ص ٨٠٦



# مُنتَجاتُ الفحم

عندما تُحرقُ الفحمُ تُطلقُ طاقةً وكِماويّاتٍ احْتُبِسَتْ منذ ٢٥٠ مليون سنة، حينَ أُخِذَتْ أعدادُ ضخمةٌ من البِياتِ المِيتَةِ تتحلُّ ببطءٍ إلى فحمٍ. يُزوّدنا الفحمُ بالطاقةَ اللازمةَ لتدويرِ المُولّداتِ الكهربائيّةِ في الكثير من محطاتِ القُدرة. كما إنّ إحماءَ الفحمِ بِمِعْرَلٍ عن الهواءِ، يُحوّلهُ إلى فحمِ الكوكِ، الذي هو وقودُ أفرانِ السِّفَعِ المُستخدَمةِ لاستِخراجِ الفِلِيزَاتِ، كالحديدِ، من خاماتها. وقد يُعالَجُ الكوكُ لإطلاقِ كِماويّاتٍ أُخرى - كالأُمونيا والقار وغازِ الفحمِ (عار الاستِصباح). وهذه الكِماويّاتُ يَمَكِنُ تحويلُها إلى كِماويّاتٍ جديدةٍ لتصنيعِ الكثير من المُنتجاتِ المُختلفةِ كالأصبِاغِ والدهاناتِ والأدوية. والواقعُ أنّ هنالك أكثرَ من ٢٠٠٠ مادةٍ كِماويّةٍ يَمَكِنُ صُنْعُها من الفحمِ.



## قَيْدُ التّفحّمِ

في عمار الأرمال استخدمت سادات المُستفَعَدِ طاقةَ الشَّمْسِ وكِماويّاتٍ بِيئاتِها لِبناءِ واحترائِ الطاقة الكِماويّةِ في حِلاياها. وعندَ سب تلك البِياتِ تحوّلَت بِقاياها إلى فحمٍ

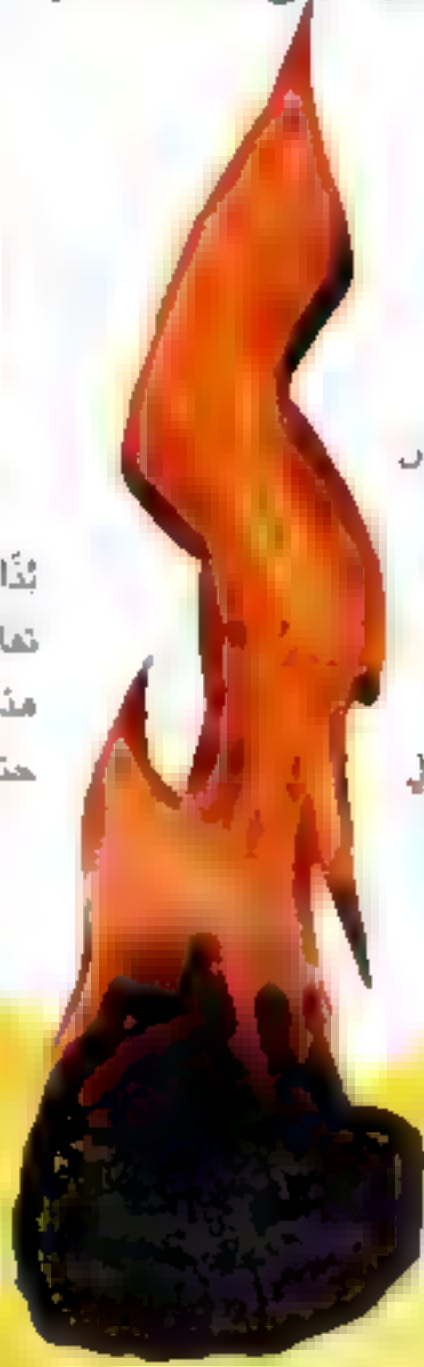
## من فحمٍ إلى كوكٍ

عندما يُغْمَى الفحمُ في أفرانٍ بِمِعْرَبٍ عن الهواءِ إلى درجَةِ حراريّةٍ تَروُحُ س ٩٠٠ و ١٣٠٠ م، يَنبَعثُ منه مِزيجٌ من الغازاتِ والسّوائِلِ بِفَضْلٍ تالِيٍّ إلى غازِ الفحمِ، ومَحلولِ الأُمونيا المائي، وقار الفحمِ. أمّا الجامدُ المُتَبَقِي فهو الكوكُ الذي يَحوي أكثرَ من ٨٠ في المِئةِ من الكربونِ



غاز الفحم (غاز الاستِصباح)

يَحوي غازُ الفحمِ (أو غازُ الاستِصباح) الهِذروجينَ والمِيثانَ وأوّلُ أكسيدِ الكربونِ. وقد استُخدِمَ للإمارةِ أولَ مرّةٍ عامَ ١٧٩٢، وفي القرنِ التاسعِ عَشَرَ عُمِّ استِخدامُ عار الفحمِ للإِضاءةِ والطَبِيعِ في العديدِ من المُدنِ.



الحرقُ الفحمِ

قار الفحمِ

## كِماويّاتُ قارِ الفحمِ

يَحوي قارُ الفحمِ العديدَ من الكِماويّاتِ المُفيدةِ، اِسي يَجري فَضْلُها بالتَقطِيرِ إذ يَكُلُّ منها درجَةُ غليانٍ مُختلفةٍ مِنَ الكِماويّاتِ ذاتِ درجَاتِ الغليانِ العالِيَةِ الرُفَتِ والكربُوزوت، ومن ذاتِ درجَاتِ الغليانِ لِأحمضِ المِيزينِ وحامِضِ الكربوليكِ



كربون

نُرشُ الأشجارِ المُفترقةِ هِذروجينَ مُفِيداً تُصنَعُ من قارِ الفحمِ

## جُزْئِيّاتُ مُفيدةٍ كِماويّاً

تُشكَلُ العُزْثُ في قارِ الفحمِ الحِوَادِ الأوّلِيّةِ لِصُنعِ لَمِباتٍ من كِماويّاتِ الحديدِ بِإِضافَةِ كِماويّاتٍ أُخرى إلى تلكِ العُزْثِ يَمَكِنُ صُنْعُ الألبِ من لَمِباتِ المُفيدةِ فالكربُوزوت يُستَخدمُ دوماً بِكثيرٍ كَمادّةٍ حافِظَةٍ لِلحَشَبِ، وتُستَخدمُ حِريزاتُهُ المُختلفةُ، مُفَصِّلَةً، موادّاً أوّلِيّةً لِصناعةِ المُبيداتِ والأدويةِ

خَبَثٌ دوليٌّ من قارِ الفحمِ



بِذاتِ غازِ الأُمونيا في حامِضِ الكِريتيك فينَبْجُ من نِعالِهما بِلُوراثِ كِبريتاتِ الأُمونيومِ، وقد طُلتَ هذه البُلُوراثُ المَصنُوعَةُ الرُئيْسيُّ لِإِشْجَادَةِ الكِماويّةِ حَتّى العَدمِ ١٩١٢

سائلِ الأُمونيا

تَحْضُرُ أنواعُ عديدةٍ من الكوكِ بِإِحماءِ أنواعٍ مُختلفةٍ من الفحمِ إلى درجَاتِ حراريّةٍ حَمِيضَةٍ أو عَالِيَةٍ، وتُستَخدمُ أنواعُ الكوكِ هذه رُفَدًا في الصِناعةِ أو لِلتَدفئةِ في المِمارِلِ.

الكوكِ

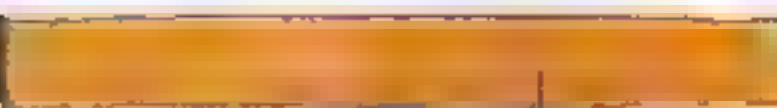
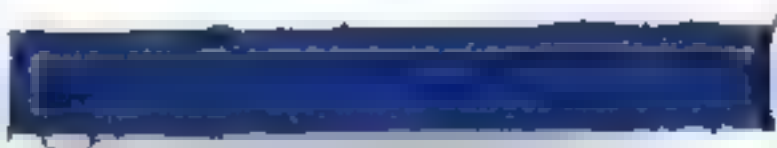


السَريُّ مُرَكَّبٌ حَلَقِيٌّ من ذِراتِ الهِذروجينِ والكربونِ



كربون

نُرشُ الأشجارِ المُفترقةِ هِذروجينَ مُفِيداً تُصنَعُ من قارِ الفحمِ



صُنِفَتِ الأصبِاغُ الاصطناعيّةُ الأولى من الأيبيلين - أحيدِ المِركَباتِ في قارِ الفحمِ

صامون قار الفحمِ

لِجَريدٍ من المَعلوماتِ أنطَر

## المُلَوّناتُ والمُبيداتُ

في الخَمِيسِيّاتِ من القرنِ التامِعِ عَشَرَ صُنِعَ الكِماويّونُ الأصبِاغُ الاصطناعيّةُ الأولى من كِماويّاتِ قارِ الفحمِ. فَكَاتِ أَكثَرُ زَهْرًا من مَظْمِ الأصبِاغِ الطَبِيعِيّةِ وَأَشَدُّ منها رِسَواتِها في الأقمِشةِ كما إنّها لا يَهتُ بِالضوءِ. وعندما اكْتُشِفَتِ الحِصانِصُ المُظَلِّرةُ لِحامِضِ الكربوليكِ (أحيدِ كِماويّاتِ قارِ الفحمِ)، أَصَبَتِ إلى الصامونِ لِقتلِ الجِرائِمِ

٤٠ كربون من  
٩٠ الأُمونيا من  
٩٧ مُنتَجاتِ اِعمارِ من  
٩٨ مُنتَجاتِ النُقطِ من  
١٠٢ لأصبِاغٍ واحْطُصَتِ من  
٤٠٦ حَقائِقُ ومَعلوماتُ من



## مُنْتَجَاتُ الْغَازِ

اللَّهَبُ المُسْتَعْمَلُ فِي مُوقِدِ الْغَازِ هُوَ الطَّوْرُ الْأَخِيرُ مِنْ مَرَاكِجِ حَيَاةِ الْمِثَانِ الطَّوِيلَةِ عَلَى مَدَى مَلَائِينَ السِّنِينَ، مُنْذُ أُخِذَتْ بَقَايَا الْحَيَوَانَاتِ وَالنبَاتَاتِ الْحَرِيَّةِ الدَّقِيقَةِ تَتَحَوَّلُ إِلَى غَازٍ طَبِيعِيٍّ احْتُسِسَ فِي طَبَقَاتِ الْأَرْضِ الْمُتَصَحَّرَةِ. وَيَتَأَلَّفُ الْعَارِ الطَّبِيعِيُّ فِي مُعْظَمِهِ مِنَ الْمِثَانِ إِضَافَةً إِلَى كِيمَاوِيَّاتٍ أُخْرَى أَيْضًا. وَفِي ثَلَاثِينَاتِ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ بَدَأَ اسْتِخْدَامُ الْغَازِ الطَّبِيعِيِّ الْمُرَالِ الشَّوَابِ كَوَقُودٍ عَلَى نَطاقٍ وَاسِعٍ. وَلَمْ يَمُضِ طَوِيلٌ وَقْتٍ حَتَّى اكْتَشَفَ الْكِيمَاوِيُّونَ إِمْكَانِيَّةَ اسْتِخْدَامِ تِلْكَ الشَّوَابِ كَمَوَادٍّ أَوَّلِيَّةٍ فِي صِنَاعَاتٍ أُخْرَى؛ وَطَالَ ذَلِكَ الْمِثَانُ نَفْسَهُ فَعِدَا يُسْتَعْمَلُ كَمَادَّةٍ أَوَّلِيَّةٍ لِإِنْتِاجِ الْمُنَابِ مِنَ الْمُتَنَحَاتِ الْمُحْتَلَمَةِ، مِنَ الْأَسْمَدَةِ إِلَى الْمُنْظَفَاتِ، بَلْ لَقَدْ أُمِكنَ اسْتِخْدَامُهُ حَتَّى فِي صُنْعِ الْهَيْرُونِ.

يُحَقِّقُ الْإِثْنَانِ بِالْأَنْبِيَاءِ مُبَاشَرَةً إِلَى  
الْمَدِينِ لِتَرْوِيْدِهَا بِالْوَقُودِ.

مزيج من الغارات  
هناك أربعة عذرات أساسية  
في العار الطبيعي .  
بسبب عبثية متغيره  
هي في المعدل : ٨٠ /  
مثان ، ٧ / إثنان ، ٦ /  
برون و ٢,٥ % ميونان

## الإشارة

بُحْفُصُ الصَّعْطِ لَكِي تَنْسِيلُ  
الْهَدْرُ وَكَرْبُونَاتُ  
الْمَقْصَةِ

تُقبلُ سريعاً  
العادات والسواطي  
بالأدب من تخرج  
تطرق إلى وحدة النفس.

## فصلُ الغازات

تُرأى شوائب الغاز الطبيعي بوسائل متنوعة  
محفص الضغط تنبئ بعض الهيدروكربونات  
بشمه وتفصل عن الغاز كما يُرى الماء  
بالحول، وبه أمعاء الكبريت وذبي  
كسب كربون بكميات خاصة

في وحدة الاستخلاص يُفصل الميثان عن الغازات الأخرى وعما تبقى من سوائل

تُحَقِّقُ السوائل في

هواء "شحمية

الطعام"

في هذه العمود

التي هي تدفع الحرارة  
التي تأتي في البحر حيث تعمل بالسيوف حاص  
في حرس بسفوف العازات والسوانل الأخرى  
في العمود الثاني

مُشَوِّحٌ  
الْمَرْمِيهِ الطَّمْطَمِي  
عَضْمٌ وَهُوَ الدَّمَلُ

وقت

بعضاً تدفئة  
لحرارة الموتى إلى

على العموم ويُعرف السائر المنهجي  
(وهو المنهجين الحقيقي) من القاء

عندما تُحمى الإيمان، يفقد حريقه  
 درتيم من الهدويحي  
 محوذا الى ايتيم  
 الرابطه الثمانية  
 دير درتيم  
 الكروى سحر  
 الايتيم اكثر ماعليه  
 من الايمان واكثر  
 فائدة كهادة اوليه

نُسَيْلُ الْعَوْتِ  
وَيُنْقَلُ بِأَسْمَاءٍ  
حَاصِرٌ إِلَى صَهْرٍ

نَحْرِي  
حَاصِ اِي صَهْرِي  
وَيُنْقِرُ مَسَوِي  
تُسْتَلُّ اِيْرُوِي

يُنْقَلُ الْإِسْتِثْنَاءُ بِمَنْصُوبِهِ  
حَاصُّ الْمَعَالِجَةِ فِي  
وَحْدَةِ كَمَا وَتَهُ

## الغاز المسيل

فَتَبَيَّنَ اسْوَدَانِ وَالْهَرَوِيَانِ بِاصْغَدَ، لَكُهُم مَعْقِرَانِ  
ثَانِيَةً بَرَوَالَهُ وَنَعْتَمَدُ مَوَاقِدَ الْمُحِيَابِ وَاهْوَايَسْ  
وَالْمُتَلَحِّثِ عَلَى الْعَارِ الْفُسْطِ.

### الشواثبُ المُفيدة

كَمَا وَدَّتْ خُرَّةٌ فِي ثَمَةِ الْعَارِ أَطْعَمِي بِهَا  
مَعْمَلَاتِهَا أَبْصَا وَالْكَرْبُ ثَوَقٌ لِمَدَدِهِ  
لَا وَهُنَّ ضَعُفٌ حَامِصٌ الْكَرْبُكُ وَتُسَعْمَلُ  
الْهَدْرُوحِينَ فِي ضَعِ الْأُثْوِيَا. أَمَا الْهَلِيمُ،  
مَعَارُ اللَّامِضِ عَلُ وَالْعَاتِقُ الْجَفَّةُ، فَيُسْتَحْدَمُ فِي  
تَمَةِ جَسَدِهِ وَاسْتَحْكُمُ فِي صَعَطِ وَثُودِ لَصَوَارِجِ

الدُّمَى البَصِيَّةُ واحِدَةٌ  
التَّرْجُحُ الدَّائِيَّةُ مَا هُمَا  
الْأَنْوَعَانِ فَقَطْ مِنْ  
الْمُتَجَلِّاتِ الدَّائِيَّةِ  
الْكَثِيرَةِ الْمَصْنُوعَةِ مِنْ  
الْإِبْرَةِ

الحريـد من المعلومات انـظر

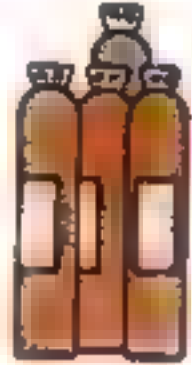
الكبرياء ص ٤٠  
 سلوك العارث ص ٥١  
 فصل المريجيات ص ٦١  
 منجيات الفخيم ص ٩٦  
 منجيات النقط ص ٩٨  
 النقط والعار ص ٣٣٩  
 حصون ومعلومات ص ٤٠٦



# مُنْتَجَاتُ النَّفْطِ

لا يَقتَصِرُ استعمالُ النَّفْطِ على توفيرِ الطاقة لِتَدْوِيرِ عَجَلَاتِ السَّيَّاراتِ فقط، بل يَتَعَدَّاهُ إلى تعبيدِ الطُّرُقِ التي تسيَّرُ عليها أيضًا. يتواجدُ النَّفْطُ «الرَّيْتُ الخام» طبيعيًا كسائلٍ أسودٍ لَزِجٍ حادِّ الرائحة في باطنِ الأرضِ أو تحتَ البحر. ويتألَّفُ في معظمه من الهيدروكربونات (وهي مُركَّباتٌ من ذَرَّاتِ الهيدروجين والكربون) مُترابطةً في سلاسلٍ طويلةٍ تَكوَّنت منذُ أكثر من ٢٠٠ مليون سنة من انحلالِ بقايا الحيواناتِ والنباتاتِ البحريةِ المُتدثرة. وقد اكتشفَ الكيماويون في مطلعِ القرنِ العشرين أنَّ بإمكانهم فَضَّلَ هيدروكربوناتِ النَّفْطِ المختلفةِ

بالتسخين والتقطير التجزيئي. وهم يُصنِّعون اليومَ آلافَ المُنْتَجَاتِ من الرِّيتِ الخام.



## غازاتُ المضافة

على ٢٠٪ من يَتَّبِى أربعة هيدروكربونات نفط في الحالة الغازية هي: الميثان والإيثان والبروبان والبيوتان. ويُستخدَمُ بعضُ الميثان والبروبان وقودًا لإحماء النَّفْطِ في عمليةِ التجزئة، لكنَّ معظمه يُستخدَمُ في صنِّع الكيماويات. ويُعبَأُ البروبانُ والبيوتانُ في القواريرِ وقودًا لمواقدٍ وقناديل الغاز الثقيلة

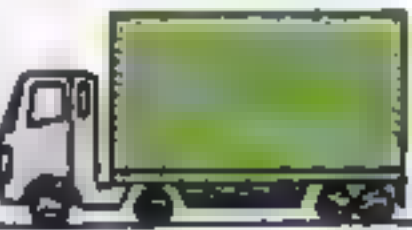
## الثقنا



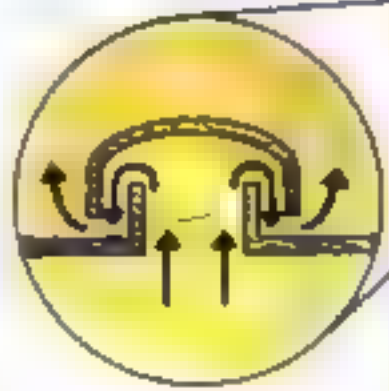
يكتثف هذا السائل الأصفر عسى درجات الحرارة بين ٧٠ و ١٦٠ س وبراوِجٍ مخنوقٍ خريته من ٨ إلى ١٢ ذرة من الكربون، مما يُسرُّ استخدامه في صنِّع وقودِ للسيَّاراتِ والدائِرِ وكمادياتٍ مختلفة من أدوية ومبيدات وأسمدة كما يُستخدَمُ كمذيبٍ لمعالجة المقاطع وبتجراح ارتب من التورور

## رَيْتُ الغاز (السُّولار أو المازوت)

يكتثف رَيْتُ الغاز في قَدَى حراري يتراوح بين ٢٥٠ إلى ٣٥٠ س، ويحتوي جُزْئُهُ من ١٤ إلى ٢٠ ذرةً كربون. ويُستخدَمُ رَيْتُ الغاز في صنِّع وقودِ الديزل وريبت لتدفئة المركبة كما يُلَبِّزُ به الأسفلت لشهر فرشهُ



ترتفع الغازات في العمود غير أكواب الفقاع. فإذا كانت درجة الحرارة خفيفة بالقدار الكافي يكتثف الغاز على الأكواب ويستبد سائلًا



يُعبَدُ الأسفلت شطوح الكثير من البطرق في العالم.

## مُخَلَّفَاتُ التَّقْطِيرِ

كُلُّ الهيدروكربونات التي يحوي الخريه منها أكثر من ٢٠ ذرةً كربون تكتثف حالما تدخلُ إلى العمود. ويتم فصلُ غريبِ الهيدروكربونات الثقيلة بالإحماء للحصول على ريب البرلين والفارلين والشمع والفار

الهيدروكربونات الثقيلة، أو الطويلة السلسلة، سوداء اللون، شمعية، غليظة القوام.



الهيدروكربونات الخفيفة، أو القصيرة السلسلة، باهتة اللون سائلة ورقية القوام.

## الرَّيْتُ الخام

يحوي النَّفْطُ مِزْجًا من الهيدروكربونات، المتشابه عدد ذرات الكربون في سلاسلها وتغيَّرُ سُلَّةُ هذه الهيدروكربونات في النَّفْطِ من موقعٍ إلى آخر. فنفط الشرق الأوسط يحوي الكثير من الجُزْئَاتِ الطويلة، التي تجعله غليظ القوام. أما نفط بحر الشمال فالجُزْئَاتِ الطويلة فيه أقل، وهو أرق قوامًا

## الغازولين



بين ٢٠ و ٧٠ س يتقطر سائل رقيق لقوام يدعى الغازولين أو السريس ويبروِج عدد ذرات الكربون في هيدروكربونات الغازولين بين خمس وعشر ذرات. ويُستخدَمُ الغازولين غالبًا كوقودٍ للسيَّارات. لكنه يشكِّلُ أبف مدة أوتضضع الدائِرِ والمُضَفَّات

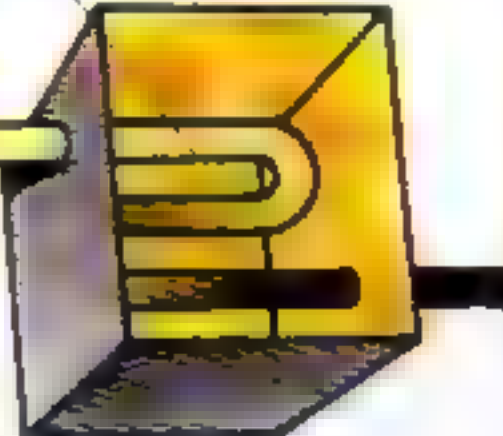
## الكيروسين



يكتثف الكيروسين أو الكار كسائل رقيق حبيب عسى درجات الحرارة بين ١٦٠ و ٢٥٠ س. ويتراوح مخنوق خريته من ١٠ إلى ١٦ ذرةً كربون. ويُستخدَمُ الكيروسين في صنِّع وقود طائراتٍ للاحتراق في المحركات النفاثة. كما يُستخدَمُ لتدفئة والإضاءة وفي مديبات الذهانات

يُسمى الرَيْتُ الخام في قَدَى إلى حوالي ٢٠٠ س قبل ضروره كخارات إلى عمود التقطير التجزيئي.

## التقطير التجزيئي



عند إحماء الرَيْتِ الخام (النَّفْطِ) إلى درجة حرارة مُعيَّنة تتحوَّلُ هيدروكربوناتُه إلى غازاتٍ مختلفة ثُمَّ يعودُ كُلُّ عارٍ فيكتثف إلى سائلٍ على درجة حرارة مُحددةٍ مختلفة. وهكذا، يمكن فصلُ الرَيْتِ إلى أجزاءه المُختلفة بالتقطير التجزيئي. يُلْقَمُ رَيْتُ الخام حارًا على مقرية من قاعدة العمود، فتكتثف الهيدروكربونات الأثقل على القود وتهبط إلى المُستوى السُّفْلِي. أما الهيدروكربونات الأخرى، فترتفع بحالتها الغازية عبر العمود حتى تبرد بما فيه الكفاية لِيَتَكَثَّفَ سائلًا (على درجات حرارة أقل قليلًا من درجة غليانها). ثُمَّ تُنْقَلُ هذه الهيدروكربونات بالأنابيب للمعالجة اللاحقة.

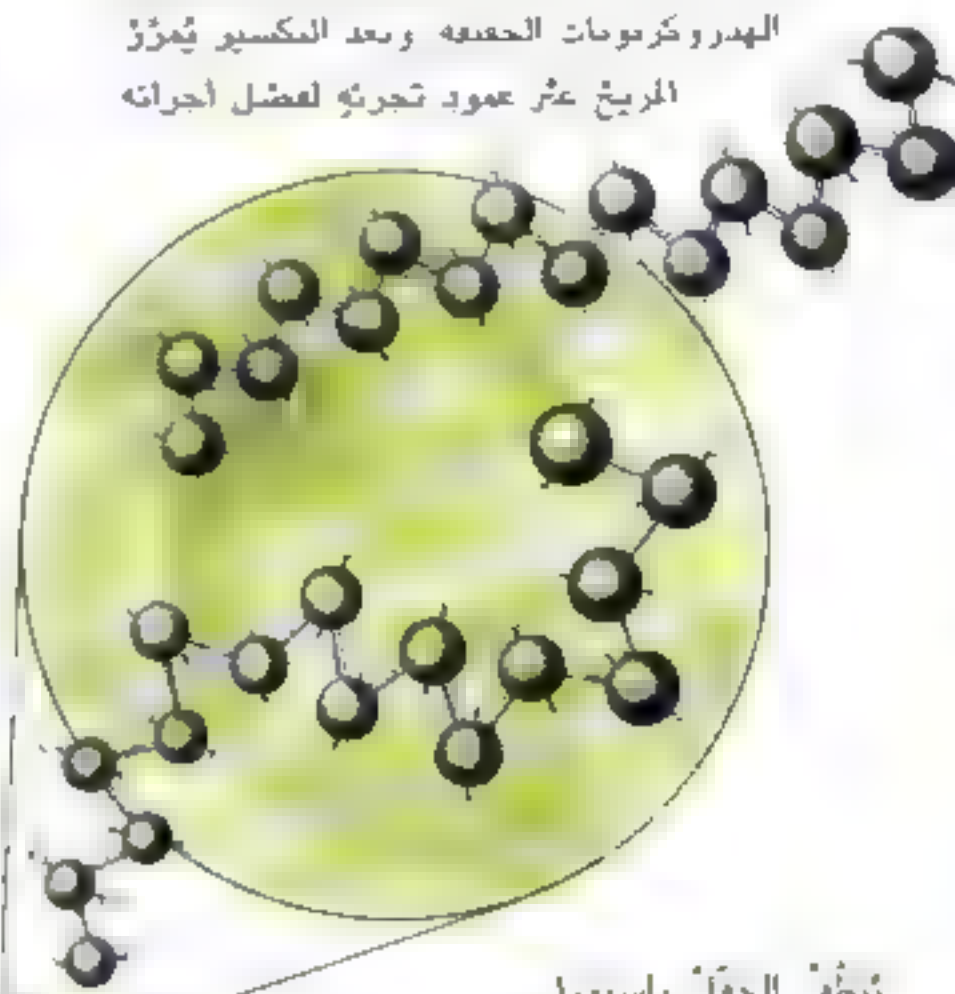


## تفكيك الجزيئات

بعض هيدروكربونات النفط بالتفطير التحريسي  
تعتبر أكثر مقدراً يمكن استخدامه من خريبات  
تحويله سلسلة، وأقل مما هو مصروف من  
الخريبات الأصغر كثافة وتعزول في التفسير  
المحترق فيشتت الخريبات الكبيرة إلى خريبات  
صغيرة أكثر مقدراً في عملية التفسير تخمى ريت  
التفكك تحت الضغط في حجرة تكسير خاصة  
تتكون بعض الروابط بين ذرات الكربون تاركة  
مربحة من هيدروكربونات ذات السلسلة الأقصر  
ويستخرج عمدة التفسير باستخدام حفار كيميائي، كما  
يمكن إجراء التفسير على درجة حرارة المنخفض

تدخل هيدروكربونات ست عشري ذرات الكربون  
إلى جهاز التفسير المحترق لتشتت إلى مربع من  
الهيدروكربونات الحفارة وبعد التفسير يمزج  
المزيج عشر عمود تجزئة لفضل إجراته

يتم التفسير  
صناعياً على  
نطاق واسع في  
وحدات تكسير  
صغيرة



يُطْفئ الحفار باستمرار  
ويعاد تدويره

ممنوع مسحوق الحفار  
مع الهيدروكربون  
في تفاعل

يُسَخَّن الحفار  
مترسب الحفار  
والكوك عليه خلال  
عملية التفسير

البروبين ثلاثي ذرات  
الكربون يُستخدم في  
صناعة اللدائن

الهيدرات شائعة في  
الكربون يُستخدم في  
صناعة العبرين



أغلى للمدنية  
من الفوسفور

اللدائن

د شح الإيثين  
يحب لصنع بريد  
مجموعات بصل ٣٠,٠٠٠ و

شعقة من  
إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

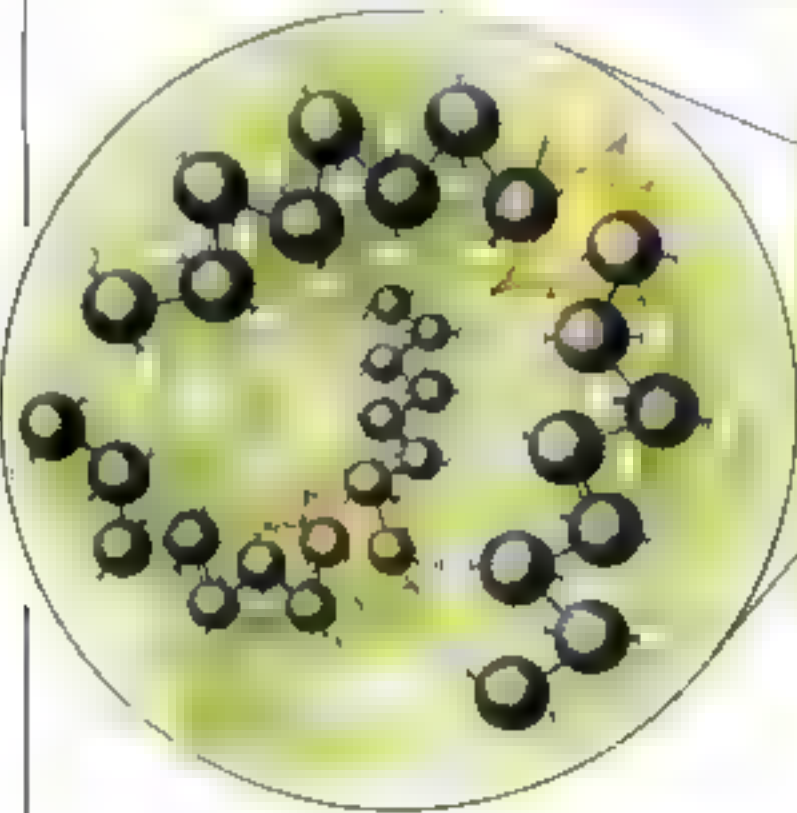
إيثوليت

إيثوليت

إيثوليت

## داخل جهاز التفسير

تمرر الهيدروكربونات لشحمة بالبحار فوق  
مسحوق الحفار الشاحن المؤلف من جل السليكا  
والأنومس فيوفر حفاراً شامخاً تتفكك  
عليه الهيدروكربونات الكبيرة إلى هيدروكربون  
أصغر وأكثر مقدراً



## استعمالات الإيثين المتعددة

تُفَصِّل لمرغبات بعد التفسير في عمود التجزئة  
والإيثين، أحد تلك المرغبات، شديد التفاعلية بحيث  
يستطيع التفاعل مع كيمائيات كثيرة أخرى، وحتى مع خريبات  
أخرى منه، مكوناً العديد جداً من السوائل والمواد الصلبة

يفاع الإيثين مع الماء لإنتاج  
مذيب للدهانات والطلاء



الإيثين

الإيثانول

يُصاف الماء بعد  
التفسير

إيثانول  
(كحول إثيلي)

يُصاف الروم  
بعد التفسير

إيثانول ثنائي الروم



## مضافات بتريني

إضافة الروم إلى الإيثين تُنتج الإيثان  
الثلاثي الروم وتستخدم هذا كمبرر  
للاوكتان في وقود المحركات وهو يمنع  
اشتعال سريع قبل أن يندلع الذي يُسبب  
تحتوي وتُقبل من أداء المحرك

يُتخذ الإيثان مع الماء لصنع إيثانول، أو  
الكحول الإيثيني الخليل لهم في مصنع  
العديد من الدهانات ومُستحضرات التجميل  
والعطور والصابون والأصباغ وإذا أُضيف  
الأكسجين إلى الإيثانول يُنتج حامض الإيثانويك  
(أو حامض الخل) الذي يُستخدم في صنع  
الآلياف الاصطناعية

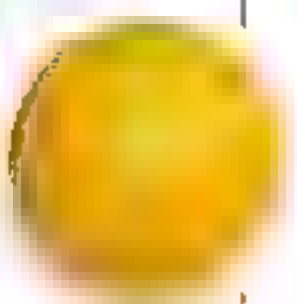
## لمزيد من المعلومات انظر

- النسبة المئوية ص ٢٤
- التفاعل الكيميائي ص ٢٨
- الطوائف ص ٣٠
- المُحَوَّل والمعادن ص ٢٢١
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# المكثورات (المبلمرات)

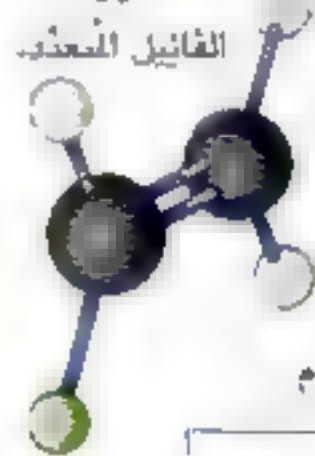
ما زالت كرات الشمس  
تُصنع من  
السليولويد



## السليولويد

خَصَر الكيمائي الأمريكي، جون هيات، السليولويد بتغيير بعض مقومات الباراكسين واستخدام السليولويد في صنع إطارات اسطوانات والأعلام الفوتوغرافية، غير أن لدائن أخرى حلت محله اليوم

كلوريد الفانيلين شديد انتفاعية بسبب وجود رابط كيميائي بين ذرتي الكربون فيه وهو الموحود الذي يُضفي منه كلوريد الفانيلين المنعقد.



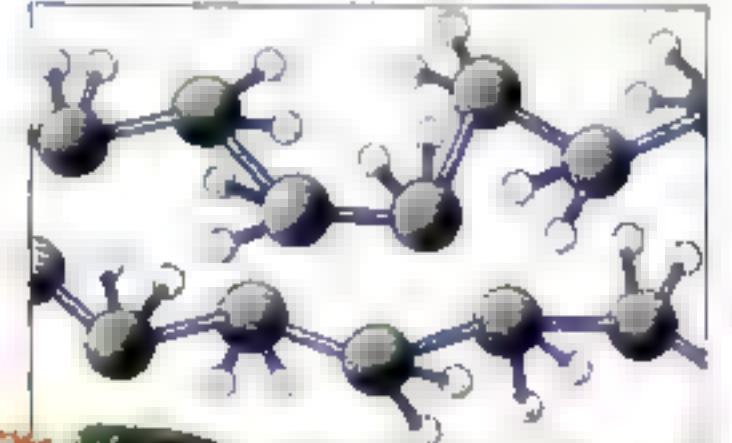
يشطر أحد الرابطين في الرابط الثاني إلى شعير - واحد يتصل بالسلسلة، والصف الآخر يجريء

كلوريد الفانيلين الذي يليه

ذرة كلور

## البلمرة بالجمع

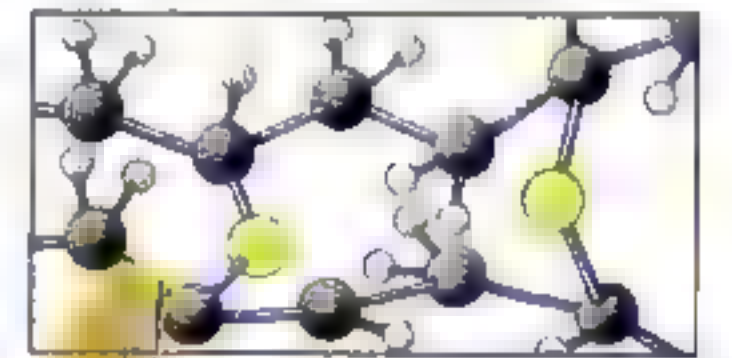
كلوريد الفانيلين المتعدد هو المكثور الذي يُسعمل في صنع الأنظومات الفوتوغرافية وهو يتألف، كما يستدل من اسمه، من موحودات كلوريد الفانيلين (أو المكثورة) بطريقة البلمرة بالجمع، أي إن طرف جريء منه بشرح في طرف جريء آخر وإذا كانت ظروف التفاعل ملائمة فإن آلاف من جزيئات كلوريد الفانيلين تترايط بالطريقة نفسها لتكون جزيء كلوريد الفانيلين المتعدد الصحيح



هذه الخيئة الدمية القاسية بنقح مصنوعة من كلوريد الفانيلين المتعدد وهو من اللدائن الحرارية.

## اللدائن الحرارية (المنصهرة بالحرارة)

إن نسق ترتيب سلاسل المكثور يؤثر في سلوك وحواصن اماد اللدائية التي تُصنع من عدد الإحماء. ففي اللدائن الحرارية، تتطلم السلاسل جيباً إلى جيب، دون روابط فيما بينها. فعندما تُحمى، تترنق السلاسل بعضها فوق بعض وتصحمر لمادة اللدائية ثم يعود فتصلت عندما يبرد



تعلق

المقومات

الإلكترونية

الدقيقة لهذه

السلسلة

المجسامة في

صندوق من

لدنية صلدة -

ثابتة حرارياً



## اللدائن الصلدة - الثابتة حرارياً

المكثورات كالميلامين والسليكوون لدائن صلدة ثابتة حرارياً. سلاسلها البلمرة مترابطة بعضها مع بعض في تشبك مكين. وهي لدائن غير قابلة للانصهار لأن سلاسلها ثابتة لا تتحرك.

## البلمرة بالتكاثف

من طرائق الكثرة أيضاً البلمرة بالتكاثف. في هذه الطريقة يتحد جزيء صغير عند ترايط موحودتين. وهذا ما يحصل في صنع السيلون، فمع كل موحود ينضم إلى السلسلة، يطلق جزيء من الماء.



الموحودات اللدائ

يولغار السلون

بقتربان

واحدتهما من

الأحد

يحدث تفاعل

تفصل جزيءه بعض

ذرات الهيدروجين

والأكسجين

تترايط ذرات

الكربون بعضها مع

بعض والسلسلة

تتنامى.

الذرات المنفصلة

تترايط لتكون

(جزيء) الماء.

## البالكليت

حلال إحدى تجاربه، وجد إيوا باكليت (١٨٣٦-١٩٤٤) كتلة مَحْبَصَة لَزْجَة في قعر جهاز الاختبار. هذه الكتلة لانت بالتسخين أولاً ثم تصلدت وتجمدت. وقد حُسن باكليت من خصائص تلك المادة فصنع منها لدنية مقاومة ومتينة، يُمكن قولتها بأشكال مختلفة، أسماها بالكليت، واستخدم البالكليت لفترة طويلة في صنع آلات التصوير وأجهزة التلفون والمفاسير الكهربائية





## استعمال المكثورات

المكثورات، بالشكل الخبيث أو الكري الذي يُحضّر به، لا تكاد تجد استخدامات عملية تُذكر كما هي. لكنّها بالإحماء تندمج معاً لتكوّن مادة سهلة التشكيل متينة جداً وحفيفة جداً تصنع منها مختلف الأدوات المفيدة في شتى المجالات.

### التشكيل بالبتق

تُشكّل لأمانت والصدىخ للدانية بظرفه الشو في هذا المودع شاق كريات اللدنية بونوب دوار الى الشخات حتّ مصهر الى سابل لرح عبط الهواء ثمّ تكسّ هذا عبر قالب صوغ مُصنّع ليشكّل أسون (أو لوح صدئ) يمرّز ذلك في مُرّز خاص حيث تصلّت سرعة



### المطاط

لمطاط مكثور طسحي، وهو عُصارة خضمية القوام تُستخرج من نباتات استوائية مُخففة. يكتسب المطاط مرونة تؤخود لبات ولقات في جزيئاته. والمطاط الحام يعورء الماء لعدم رانط جزيئاته بعضها ببعض، ولاخداث هذه الروابط يُفكّر المطاط بالإحماء مع الكريت! يسحقون الى مطاط مُقوى نحصل الإطارات المصنوعة منه محبب أنواع بصدوم و لمظل دون سرق

تصنع اميال من الانابيب بواسطة مكة الشق

### القولة

نحو الدان الى أشكال خاصة بالقولة. في مكة القولة يدفع البكس كريات اللدنية الى حيث تصهرها الشخات؛ ويُشغط السائل اللدني الحار الى قالب التشكيل ثم يبرّد الماء القالب فتصلّت اللدنية



### إعادة تدوير اللدائن

ممكن إعادة تدوير بعض اللدائن كما هي الحال في ترينثالاب اليونيس المستعملة في صنع بودير الماء حتّ تُجمع باللات وتُصفى، ثمّ تُنثّ خدات ممكن إعادة استخدامها. أمّا العواريز اللدنية الذروكة (الحلولة جوية) فتصنع من مكثور الغلوكور وهي تتكك بعل الكثر، في مكث الشبات، الى ماء وثاني أكسيد الكربون

### ستيفاني كوك

حققت ستيفاني كوك، الكسانة الأمريكية، (من مواليد عام ١٩٢٣) عدّة اكتشافات في مجال المكثورات. فاكشفت مدبناً لتصنع ألياف الكفلار الخفيفة جداً والأمن من العولاذ. وتستخدم هذه الألياف في بناء السفن الفضائية وصنع الصداري التي لا يحرقها الرصاص



### لزيد من المعلومات انظر

- الكربون ص ٤٠
- الكيمياء العضوية ص ٤١
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- مُتجّات النقط ص ٩٨
- الآليات ص ١٠٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الأصباغ والخضب

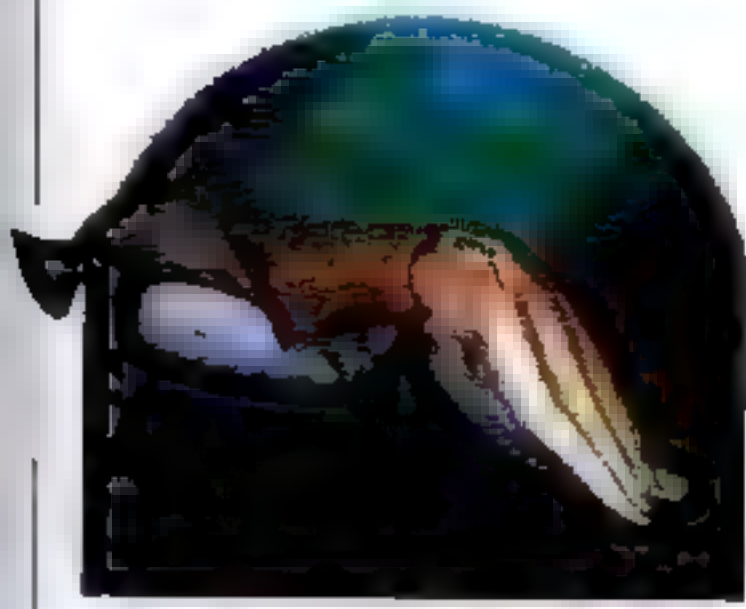
بتطلب طمغ عرام واجد من الضم  
لارحواني شفت امراطور روماني  
٩٠٠٠ قوقع



محارة فؤاق  
ميوركس

## عملية ترسيخ الصباغ

العالم من حولنا يزدهر بالألوان، فمعظم الأشياء قد تم تلوينها بالأصباغ أو طلاؤها بالخضب. تلوّن الأصباغ ألياف الملابس والورق والجلد وبعض الأطعمة. فهي بدوياتها في الماء تستطيع اختراق نسيج الألياف وفروجا حيث تتراكم مع النسيج في تفاعل كيميائي. أما الخضب فهي جسيمات ملونة غير ذائبة في الماء. لذا فهي تغطي سطح المادة فقط دون أن تتفاعل معه كيميائياً. وتستخدم الخضب في صنع الدهانات وجير الطباعة وتلوين اللدائن.



يُصدر الخنزير (وهو حيوان من الرخويات كالاحطوط) جيراً ذا خصائص طبيعية اسود ليختفي عند الخطر.

تتألف الخضب في هذا الحبر من كيميائيات عضوية

## الخضب

ينخر الحبار

(الضبيح) من الحيوانات

تمرسه بشر عبيد من الجير الأسود حوله. وقد استخدم هذا الجير في القرن التاسع عشر ليغطي على الصور الفوتوغرافية شجرة خفيفة، أما ليو، فتضلع معظم الخضب من كيميائيات عضوية زاهية الألوان تلون دون تصويل طويلاً

يُعكس الفخاش في محلول الصباغ الترسبيحي (للصبيح الحمضي) فترسب قاعدي (والعكس بالعكس)

لتنصق المرشخ

بالناف الفخاش

بروسك كيميائي

شقق الفخاش

في المحلول

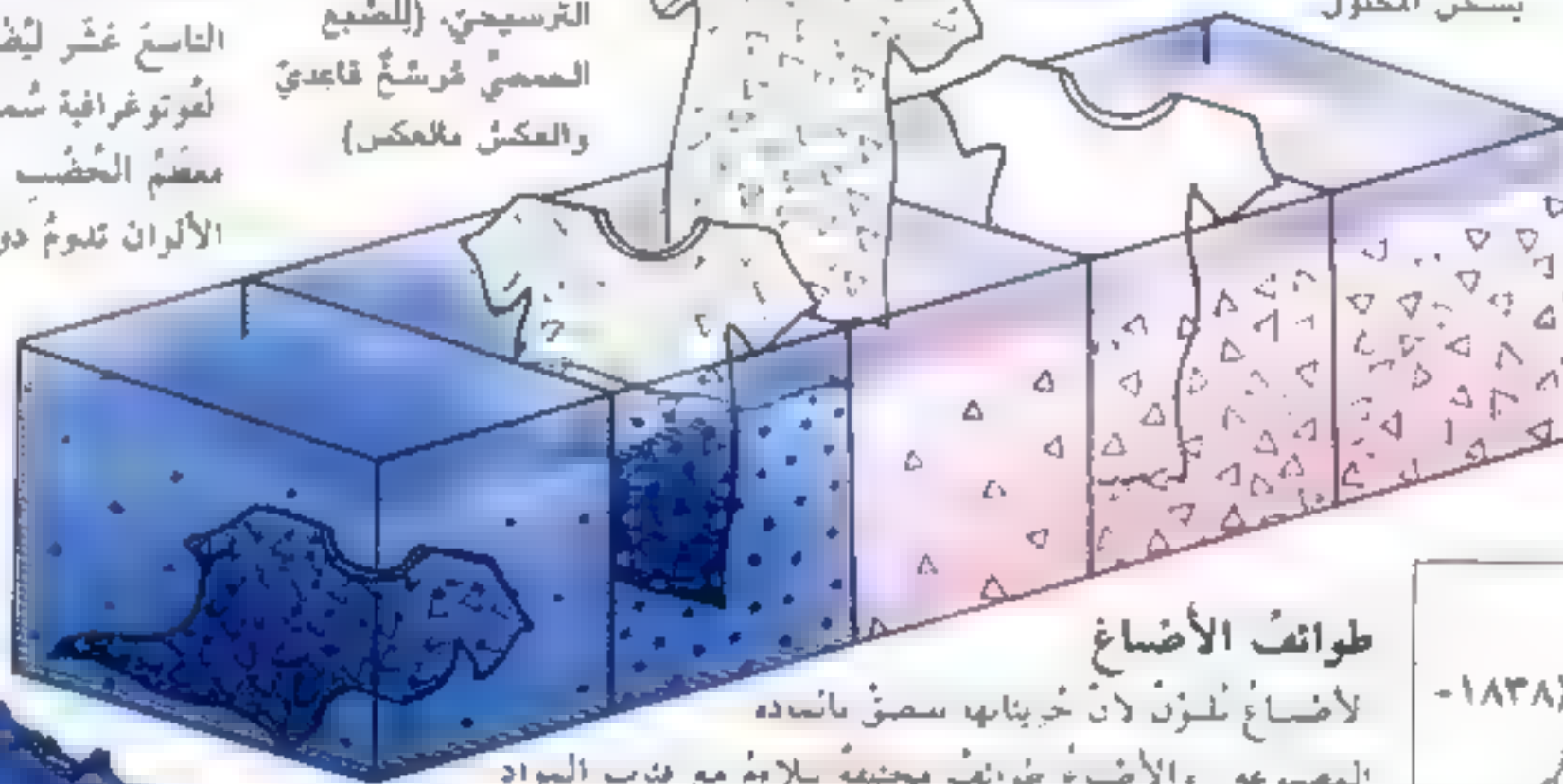
المرشخ

تفرغ الاملاخ الفلزي

باله لتحصير

محلول فوسج ثم

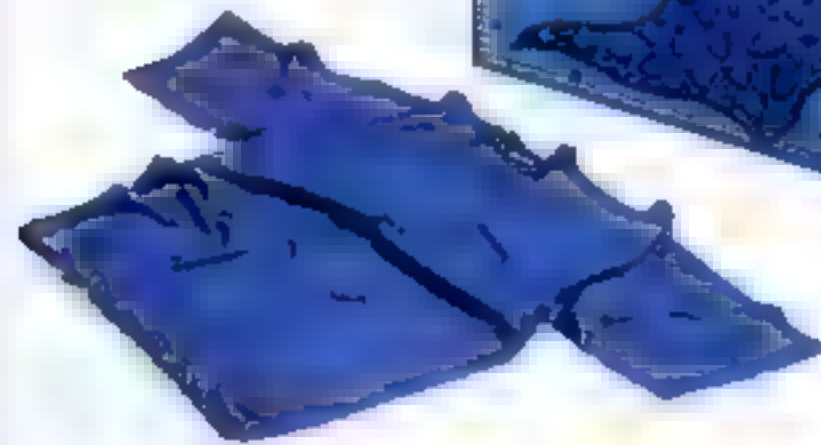
يُسحق المحلول



## طوائف الأصباغ

لأصباغ تلون لأن جزيئاتها صمغ بانداه المصنوعة والأصباغ طوائف مختلفة تلائم مع ذات المواد المختلفة فالأصباغ المباشرة تعطي أصل السطح في المنسوجات التي تُغسل من وقت إلى آخر فقط كالسائر، بينما أصباغ الراقود مثالية للأقمشة التي يصعب غسل لسكر أو الأصباغ الترسبيحية فلا تملأ مسطحة، بل تساعد إضافة كيميائية (مركب فلزي) تثبت جزيئات الصباغ في القماش

يتكون رابط كيميائي بين المرشخ والصباغ يُرسخ الصباغ بالقماش



يترسخ الصباغ فلا يتحول لونه بغسل القماش.

## الدهانات

كل دهان يحوي خضباً ملوناً ورابطاً راتينجياً يثبت الخضب في مكانه، ومُذيباً يسهل انسياب الدهان. بعض الدهانات مُذيبها الماء، بينما مُذيب الدهانات الصلبة والمُلاعة هو الكحول الأبيض - مما يُكسبها رائحة قوية مُعيرة.



دهان مائي

دهان صقي

دهان ششخشي



٢ - يُفرغ الخضب برابط راتينجني أو عروني لتنتشر الجسيمات بالنسوي.

١ - جسيمات الخضب تُكسب الدهان لونه بيلغ قطر الجسيم في هذا السحوق جزءاً من مليون من المليمتر.

## جفاف الدهان

عند ترك السطح المطلي يجف، بسخر مُذيب الدهان في الهواء، تترك جسيمات الترابط الراتينجني والحصب أكثر تقارن فتتصل هذه مُكوّنة طبقة مينة صامدة مُلبدب الطفس وعال ما يحوي الدهان أيضاً خضباً أبيض يُشكّل الصوء نحو اعباء، هنري اللون أكثر وضوحاً

لقطة عن قزب اسطح عند الطلاء

٣ - دهان داخل تحاويف السطح النقيع ويختص فيها.

٤ - دهان ينخر المذيب فترت كيميائيات الدهان وخضبه بعضها من بعض

٥ - يثبت الرابط الراتينجني جسيمات الخضب في مكانها.

## لمزيد من المعلومات انظر

- ترابط كيميائي ص ٢٨
- كيمياء لفصوية ص ٤١
- لمحائل ص ٦٠
- مُحدث الفخ ص ٩٦
- منسجرات التحمل ص ١٠٣
- حقائق ومعلومات ص ٢٠٦



# مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ

استخدم المصريون القدماء مُسْتَحْضَرَاتِ تجميل من مساحيق المعادن لتغيير ملامحهم منذ العام ٥٠٠٠ ق.م. . واليوم تُستخدم هذه المَزُوقَاتُ على نطاق واسع، وهي تُصنع من مَزِيجَاتٍ من الكيماويات المُستخلصة في معظمها من المُنتجات النَّفْطِيَّة. وتُضَرَّبُ هذه مع الباتات والرَّيُوت والشُّمُوع ومسحوق الطلق والطير ومُرَكَّبَاتِ فِلَرِيَّة مُتَنَوِّعة. وقبل تسويق أي مُسْتَحْضَرٍ جديد تُبذل جهودٌ فائقة وتُجرى تجاربٌ عديدة لِضمان سلامة استخدامه. وتشتدُّ صرامة الضوابط في المَزُوقَاتِ التي تُماسُ الفم، كأحمر الشَّفاه. في الماضي كان يُجرى اختبارُ هذه الكيماويات على الحيوانات، أما اليوم، فلدى مُعظم الشركات المتخصصة مختبراتها المُتطورة لاختبار هذه المُنتجات.



## مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ قَدِيمًا

شُعُوفٌ في مصر قديمه قُرْبُ ستخدم تُكْحَر (وهو العسل) و كريسيد الرصاص (طسعي) لسود شعورهن وحواحهن وأهدت حديهن، ويمسحن أحفانهن مسحوق المنكب (وهو كربونات نحاس نحادية) كفضيل للعن

درو من خضيب نساء،  
بُكْسُ الجلد ملاسنة ونعومة

المُزُوقَاتِ العشريَّة تَنْتُج  
المزُوقَاتِ الأخرى  
عن الحلد

## تَلِ المَكْيَاجِ (التَّزْوِيق) وبعده

عُولَجُ بَصْفٍ وَجْه هذه العارضة  
بالمزُوقَاتِ بتيان تأثيرها في تغيير مظهر  
لوجه وطلاته، البداية كانت بمُطَرِّ قشدي  
تأديس المَكْيَاجِ وسبب المزُوقَاتِ نتم استخدام  
مربح من المزور الزهرني والأصفر والأبيض،  
بُعْطِي وَسُوم الحند من زرقه تحت العين، أو  
حمري بالأزعه لدمويه القريبه من سطح الحند

مُشْمُخِب

ماء

رطب

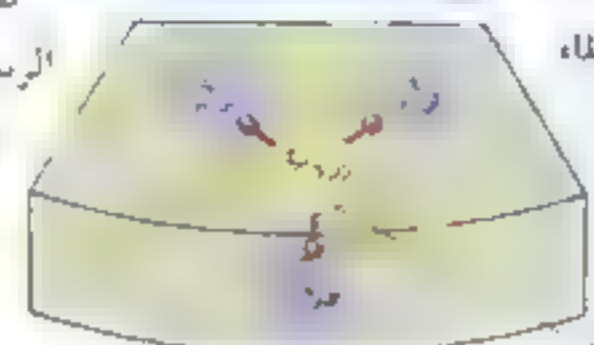
قوى المعاسل  
بخرينات الزيت  
بمقها من  
الامزاج مالماء

تُجَدِّثُ جُرْمَاتُ  
الزيت إلى طرف  
خريء المُستخلَب  
البعب الزيت

نُحَدِّثُ  
حريبات الماء إلى  
طرف خريء  
المُستخلَب  
البعب الماء

## المُسْتَحْضَرَاتُ

تُصنع مُسْتَحْضَرَاتُ التَّجْمِيلِ عَالَمٌ من  
الزيت واسماء، وفيها غير مزوجين لكن  
بدا أصبح لهما عامل استحلاب  
كيميائي، وفيها يمزجان في  
ناح خشيدي يدعى مُسْتَحْضَرٌ  
لرأف السائل والفارسي، (من  
القط)، وريث الحزوع واللاويين (دق)  
النَّصُوف) يؤلف الخيرة ارسى من أي مُسْتَحْضَر



قوى المعاسل  
بخرينات ماء  
بمقها من  
الاختلاط  
بالزيت  
بربط خريبات

لُصَحِبُ خريبات الزيت والماء بعضهما  
بعض لكونه مُسْتَحْضَرًا من الزيت في الماء

مُطْلَبُ الحادس  
وبحططها بجر مننتها  
بشكل لام

نُحَدِّثُ العبير هذا  
بحوي خضبا فزورية  
بعضي الجف الأعل

مُحَلِّطُ الاحفاد الاسود  
يكحل العنبر  
وبريدهما  
خسما واشراقا

حَصَّتْ اسكارا المُنُوذ  
نُحَرُّ اهداب العنبر

بُحُوي الخيرة حُصَّتْ ثَمَّة  
وهربنية تلون الحديس

تُحَمِّطُ الشفاه بقلم التخطيط ويحوي  
احمر الشفاه المُصنَّبُ المَكْمَلَةُ للون  
الحلد والشعر

هذه بعض مُسْتَحْضَرَاتِ  
التجميل التي تشاهدنا  
السُّدَاتُ في أي مخرب كبير  
ومن كُلِّ صنف منها  
درجات لونه مدموعة  
لثلاث جلد الزبون

## من تَقَالِيدِ الْقَدَامِي

دَابُّ الأَقْوَامِ الباديون على تلوس جلودهم  
بملووت يتحدونها من الساتد والحيوانات  
والطين والمعدن. وتخلت أسباب ذلك من  
تيان وثية الشحص في المجتمع إلى الإعداد  
لحنوس أو شعائر خاصة. ولا يزال الناس  
في بعض الأقطار كعينا الجديدة، يحتفظون  
بتلك التقاليد القديمة حتى اليوم

الاطاف حرة قاس بوعا من الجسم، لذا يحوي  
صلاوها مواد كيميائية لا يصح استعمالها في  
سواها. يتألف جلالة الاطاف

عادة من خضب في  
قديب عضوي  
كلاسيكيون



## عاجِرُ مُسْتَحْضَرَاتِ التَّجْمِيلِ

يحوي مُسْتَحْضَرُ اسجمل عادةً مزيجا من المواد  
الكيمائية عطلاة الاطاف، مثلا، يحوي ١١  
مادة كيمائية على الأقل من رتبع ومُذَبِّق  
ومُذَبِّبَاتٍ وخضب كما يحوي المُطَرِّقِ العشري  
(الأساس) ٢٣ مادة كيمائية، وهو مستخلَب من  
الزيت في الماء يضم مزيجا معقدا من  
الحوامض والكحولات

## المزيج من المعلومات انظر

- المُرَكَّبَاتُ والمزيجات ص ٥٨
- اسجمل ص ٦٠
- اضاوت والمُطَرِّقَاتُ ص ٩٥
- مُنتَحَاتُ الفخم ص ٩٦
- الأضدع والخضب ص ١٠٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الكيمياء في الطب

يتألف جسمك من آلاف المواد الكيميائية المختلفة التي تعمل بانتظام؛ فإذا اختل نظامها تَمَرَضُ. وَحِينَئِذٍ يَتَدَخَّلُ طَبِيبُكَ لِلْمُعَالَجَةِ بِإِعْطَانِكَ مَزِيدًا مِنَ الْكِيمَاوِيَّاتِ بِشَكْلِ عَقَاقِيرٍ. وَأَمثالُ هَذِهِ الْمُعَالَجَةِ لَيْسَتْ أَمْرًا حَدِيدًا. فَمِنذُ أَكْثَرَ مِنْ ٢٠٠٠ سَنَةٍ، اسْتُخْدِمَ النَّاسُ فِي بِلَادِ مَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ قُرَابَ ٢٥٠ نَبْتَةٍ مُخْتَلِفَةٍ وَ ١٢٠ مَعْدِنًا لِمُعَالَجَةِ الْأَمْرَاضِ. وَكَانَ الْكَثِيرُ مِنْهَا لَا يَزَالُ قِيدَ الِاسْتِعْمَالِ فِي الْقَرْنِ الْتَّاسِعِ عَشَرَ، عِنْدَمَا جُعِلَتْ خُلَاصَةُ هَذِهِ الْكِيمَاوِيَّاتِ أَقْرَاصًا عِلَاجِيَّةً. لَكِنَّ بَعْضَ هَذِهِ الْعِلَاجَاتِ أَحْدَثَ أَعْرَاضًا مَرَضِيَّةً كَتَأْثِيرَاتٍ جَانِبِيَّةٍ. وَيَحْرِصُ الْعُلَمَاءُ الْيَوْمَ عَلَى تَصْنِيعِ كِيمَاوِيَّاتٍ مِمَّاثِلَةٍ لِلطَّبِيعِيَّةِ لَا تُحْدِثُ تَأْثِيرَاتٍ جَانِبِيَّةً.

منذ أكثر من ٢٠٠ سنة، كان يُسْتَعْمَلُ بَقِيْعٌ مُخْتَلِفٌ مِنْ أَوْرَاقِ الْقَمْعِيَّةِ (دِيَجِيْتَالِس) لِمُعَالَجَةِ الْمَصَابِيحِ بِفُضُورٍ لَعَلَّه. وَبَعْدَ الْعَدِيدِ مِنَ السَّنِينَ، تَقَرَّرَ أَنَّ تِلْكَ الْأَوْرَاقَ تَحْوِي عَقَارًا يُدْعَى دِيَجِيْتَوَكْسِينِ لَا يَزَالُ يُسْتَعْمَلُ فِي مُعَالَجَةِ قُضُورِ الْقَلْبِ حَتَّى الْيَوْمِ

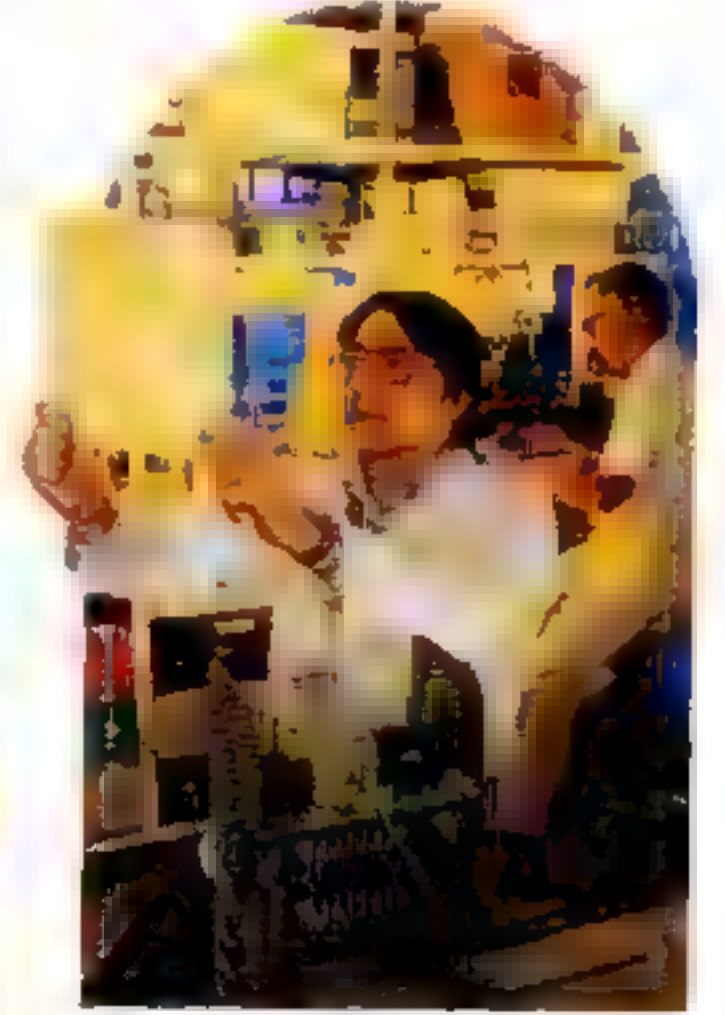


فَتَقُوعٌ مِنَ وَشَرِ الصَّفَصِ

سَمَاتُ الْقَمْعِيَّةِ (دِيَجِيْتَالِس)

## العقاقير الطبيعية

اسْتَعْمَلَ الطَّبِيبُ الْيُونَانِيُّ، أَلْفَرَاطُ، سَحَابَ الصَّفَصِ كَمُخَفِّفٍ لِلآلَمِ (رُغْمَ أَنَّهُ يَهْجُجُ الْمَعْدَةَ) مِنْذُ الْعَامِ ٤٠٠ ق. م.، الْمَعْرُوفُ بِسَحَابِ الصَّفَصِ بِحَوِي مَادَّةٍ كِيمَاوِيَّةٍ تُدْعَى حَامِضُ السَالِيسِيلِك. وَفِي سَنَةِ الْكِيمَاوِيِّ الْأَسْمَى، فِلِكْسُ هُوفْمَانِ فِي عَامِ ١٨٩٣، مِنْ بَصِيعِ مَادَّةٍ كِيمَاوِيَّةٍ مِنْ فَرْعِ الْمَخْمِ قُمَاعِيٍّ سَمَاءًا لِحَامِضِ السَالِيسِيلِك، وَدَبَّ بِالتَّيَرَاتِ حَاسَةً عَلَى وَتُفَرِّقُ هَذَا الْعَقَارَ الْيَوْمَ بِالْأَشْرَافِ؛ وَيُسَهِّلُ مِنْ سَوْدٍ مَا يَرِيدُ عَلَى ١٠٠,٠٠٠ مَسْرُورٍ فَرَضِيٍّ فِي سَائِرِ أَعْيَادِهِ



## مراحل تطوير العقار

فِي ضَمَنِ عَقَارٍ حَدِيدٍ لِمُعَالَجَةِ مَرَضٍ مُعَيَّنٍ، قَدْ يُخْتَارُ لِلْمَرْحَلَةِ الْأُولَى مِنَ الْإِحْتِرَافَاتِ قُرَابَ ٣٠ مَادَّةً كِيمَاوِيَّةً مُسْتَحْلَصَةً مِنْ كِيمَاوِيَّاتٍ نَبَاتِيَّةٍ أَوْ مُخْتَرَةٍ. وَتُجَرَّبُ الْإِحْتِرَافَاتُ عَلَى مُدَى ثَلَاثِ سَنَوَاتٍ لِتَحْرِي الْأَثَارِ السُّمِّيِّ لِنَتِجَةِ الْكِيمَاوِيَّاتِ الَّتِي قَدْ تَصَدَّقَتْ مِثْلًا، لِكُونِ مَوْءٍ مُؤَدِيَةٍ وَتُنْتَهِي هَذِهِ الْمَرْحَلَةُ عَادَةً بِاخْتِيَارِ بَضْعَةِ الْكِيمَاوِيَّاتِ الَّتِي تَجْتَرَّبُ هَذِهِ الْإِحْتِرَافَاتُ بِنَجَاحٍ



## اختبارات المتابعة

الْكِيمَاوِيَّاتُ الَّتِي تَخْتَارُ إِحْدَارَاتِ الْعَقَارِ الْأُولَى، يُعَادُ إِحْدَارُهَا بِعَنَاءٍ وَحِرَاضٍ عَلَى أَسْرِ أَصْغَرِ لَاسْتَفْصَاءِ تَأْثِيرِهَا الْحَدِيثَةِ فَتُحْعَنُ عَشَاتٌ مِنْ كَرِّ مَادَّةٍ مِنْهَا مُسْتَعْمَلَةً قَلِيلًا، لِكَيْ تُقَيِّمَ مَسَارَهَا فِي لَحْمٍ بِوَسْطَةِ عَدَدٍ جَنْجَرٍ

## كيف تعمل العقاقير؟

لِكُلِّ مِنْ خَلَايَا الْحَشْمِ مُسْتَقْبَلَاتٌ عَلَى سَطْحِهَا. وَتَعْتَمِدُ أَنَّ بَعْضَ الْعَقَاقِيرِ تَتِمَاحَلُ مَعَ هَذِهِ الْمُسْتَقْبَلَاتِ. فَالْأَدْرِينَالِينُ، وَهُوَ مَادَّةٌ كِيمَاوِيَّةٌ يُشْجِئُ الْحَشْمَ، يُسْرِعُ حَفْصَ الْقَلْبِ فِي وَقْتِ الْإِحْجَادِ. فَالْعَقَارُ السُّمِّيُّ سَالِوتَامُولُ مِثْلًا، يُرْجِي عَصَلَاتِ الرِّثَةِ مَرَافِقًا الْأَدْرِيسِينَ عَلَى مُسْتَقْبَلَاتِ خَلَايَا بَلَكِ الْعَصَلَاتِ؛ سَمَّا الْعَقَارُ السُّمِّيُّ بَرُوبِرَانُولُ يَسُدُّ مُسْتَقْبَلَاتِ خَلَايَا عَصَلَاتِ الْقَلْبِ، وَيَمْنَعُ الْأَدْرِينَالِينُ مِنَ الْوُصُولِ إِلَيْهَا، وَبِذَلِكَ يَمْنَعُ الْقَلْبَ مِنَ الْحَقْمَانِ بِمُسْتَوِيَّاتٍ خَطَرَةٍ

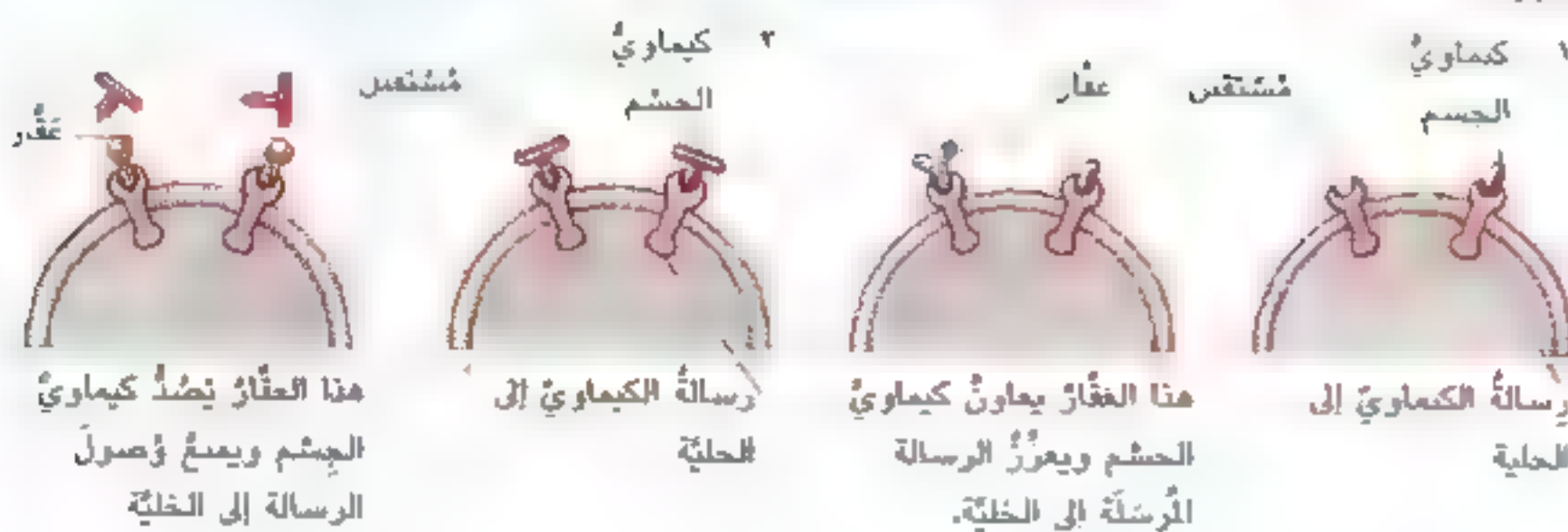
## بول إرليخ

رَفِّزَ الطَّبِيبُ الْأَلْمَانِيُّ، بُولُ إِرْلِيخُ (١٨٥٤-١٩١٥)، أَبْحَاثَهُ لِإِبْعَادِ عِلَاجٍ نَوْعِيٍّ سَحَرِيٍّ يَقْتُلُ الْجَرَائِمَ السُّمِّيَّةَ لِلْمَرَضِ، وَلَا تَتَأَثَّرُ بِهِ خَلَايَا الْجِسْمِ الْبَشَرِيِّ وَارْتَأَى أَنَّ الْأَصْبَاحَ النَّوْعِيَّةَ الْمُنَوَّاةَ لِلْجَرَائِمِ دُونَ سَوَاهَا مِنَ الْخَلَايَا قَدْ تَكُونُ نَقْطَةُ الْبِدَايَةِ. وَكَانَ صِيْنَعُ أَتْرِيبَانِ الْأَحْمَرِ الْمَضْمُوعِ أَوَّلَ مَكْشَفِهِ لِمُعَالَجَةِ مَرَضِ الثُّومِ ثُمَّ أَمْعَى لِاحِدًا كِيمَاوِيًّا مُنْبِلِيًا لِمُعَالَجَةِ الدَّاءِ الْإِمْرُنَجِيِّ (السَّفْلِس) أَسْمَاءً «سَالْفَارِسَان».



## اختبار الاعتماد

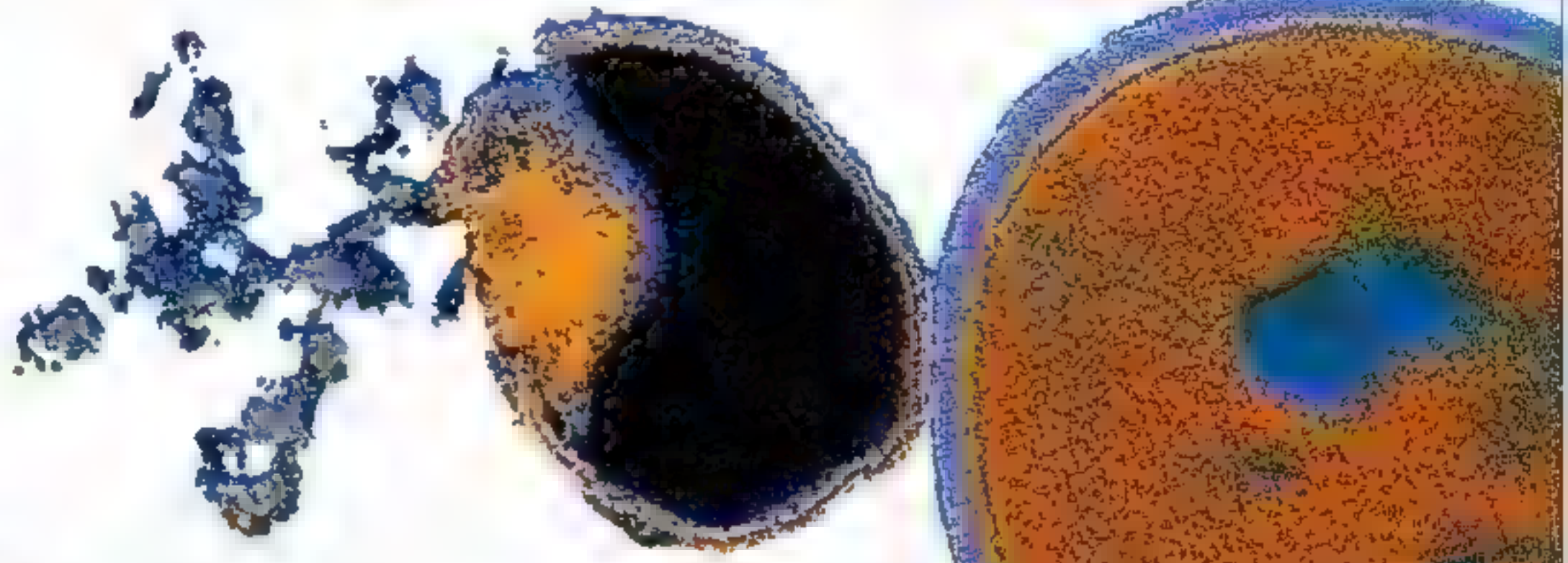
بَعْدَ ثَمَانِي سَوَاتٍ مِنَ الْإِحْدَارَاتِ، نُخْتَرُ الْعَقَارَ الْأَفْضَلَ، وَنُقْضَى أَقْرَاضُ مِنْهُ إِلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمَرَضِيِّينَ لِمُعَالَجَةِ مَجْمُوعَةٍ ثَمَنَةِ عَقَاقِيرٍ عَمَلًا (عَبْرَ فَعَالَةٍ)، وَنُقْضَى فَعَالَةُ الْعَقَارِ بِمُقَارَنَةِ الْمَجْمُوعَتَيْنِ







خبرئ الماء داء  
تشنجه بعض  
الكدمات  
(الفيروسات)



## الحُمَات (الفيروسات)

الحُمَات مُتعضيات مجهرية دقيقة تسبب أمراض مختلفة كجُدري الماء (الحُمَق) والإنفلونزا والركام. وهي إذا تعيش داخل خلايا الجسم، فإنه يتعدى تحليق عفاقير تقضي عليها، دون الإصرار بالشخص المُصاب. لذا تُصنّف مُصاَدَات الحُمَات كي تحبّب الكيمويّات التي تحتاجها الحُمَة للتكاثر، وتُجرى حاليًا تجارب لمُكافحة حُمَة الإيدس الصعبة الهراس بقفّار مُناسب

الحُمَات  
(الفيروسات) لا  
تتأثر بالمُصاَدَات  
الحيوية،  
مقاومتها  
بالعفاقرات  
المُصاَدَة  
للحُمَات

تحسّل  
مالالم لأن  
جهازها  
العصبي  
يبحث  
رسائل من  
الجزء المُصاب في  
الجسم إلى الدماغ وتُستعمل  
عفاقير الشبّيع لوقف تلك  
الرسائل مُحدّث الألم

## البكتريا

الكثير منعضبات مجهرية تسبب أمراضًا والتهابات كما في التهاب اللُورئين، ويمكن القضاء عليها بواسطة كيمويّات تُعرف بالمُصاَدَات الحيوية. وكانت المُصاَدَات الأولى كالبنسلين تُحضّر من الفُطر، أمّا اليوم، فتُخلَق مُعظم المُصاَدَات من كيمويّات أخرى وتعمل المُصاَدَات الحيوية أساسًا بإحدى طريقتين - إما بمع الكبريا من تحليق خُذراها الحلوية، أو بعرله الأشطة الكماوية داخل خلاياها

احلال  
الكبريا  
بمعن المُصاَد  
الحيوي

يُعرّج القلقُ القُوط أحيانًا بالمُهدّنات،

كالدياريديم والترارييم، وهي كيمويّات تتعامل مع كيمويّات الدماغ لكن هذه المُهدّنات قد نعتت على الإدمان

## كيمويّات الجسم

يُمرّر الجسمُ السليمُ عديدًا من كيمويّات المُشابة بلتحكّم في وظائف أجهزته المختلفة والجل في كمّية أحد هذه الإفرازات، إفرازًا أو نقض يُسبب عِلَلًا مُعيّنة. والكثير من لعفاقير هي كيمويّات مُصنّعة لمُعالجة الاعتلال المُعيّن مُعاونة كيمويّات الجسم على إعادة الجهاز لاحتل إلى وضعه الطبيعي

يتسبّب الإجهاد أحيانًا بحتاج كمّيّات كبيرة من الحامض معدني الذي قد يُسبّب القُرحة والاقراض المُصاَدَة لحموضة تُحفّف من هذه الحمضية، أما العفاقير المُستأداة مُحصرات هـ، فتوقف إنتاج الحامض

## مُكافحة المَرَض

١٧٩٦ أخرى الطبيب الإنكليزي، إدوارد جبر، أوّل تلميح صدّ الجُدري  
١٨٦٧ كشف العالم الإنكليزي، جوريو لشر، أوّل مُظهر يُستعمل على بطاق واسع هو حامض نكرونيك  
١٩٢٨ اكتشف العالم لاسكسدي، ألكسندر فليمنج، أن فطر البسيليوم يقتل الكبريا وأدّى هذا الاكتشاف لاحقًا إلى استعمال البسيلين كمُصاَد حيويّ قتل  
١٩٣٢ طوّر الكيمويّ لاسماني، جبر هارد دوماغ، أوّل عفاقير صطاعني لقتل الكبريا (هو عفاقير السُلعة)  
١٩٤١ نجح الطبيب الأسترالي هوارد فلوري والألماني إريست تشيس في استخلاص البسيلين وتحصيره بكمّيّات وفيرة



## المُظهرات

قد تتلوّث الجروح بالجراثيم المؤذية إذا لم تُعالج نوا بأحد المُظهرات إتقضي عليها، ويتمّ ذلك بطرق عِدّة. فالكحول الذي يفرّقه الطبيب على جُلدك قبل الحُمَة يقضي على الجراثيم بتفكيك البروتين الذي تتألّف منه خلاياها.

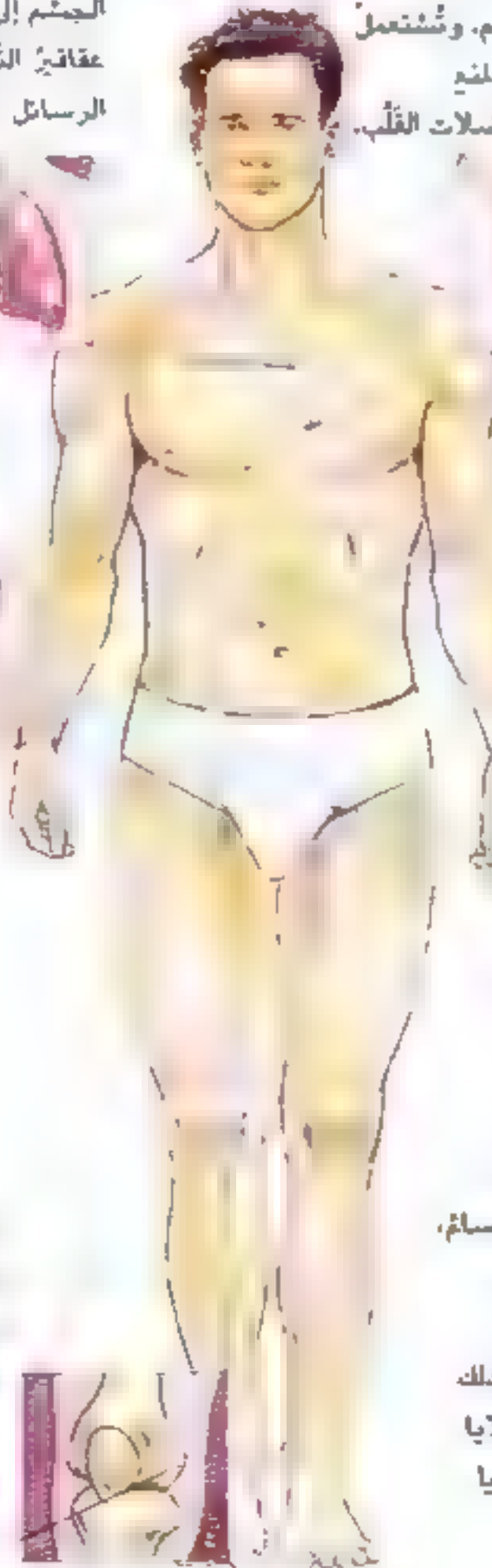
في مؤنة الرُبو، تصعّد عضلات دقيقة في الرئتين على محاري الهواء، فيتعدى التنفّس. وعندما يُشتدّ عفاقير السالنيوناموس، ترتحي تلك العضلات وينبشّ التنفّس

التحكّم بكيمويّات الجسم تقوم به الغُدّد كالبنكرياس والإسولين مثلاً، يعمل على جفط محروبي من السُكّر في الكبد. وفي الداء السُكّري يقلّ إنتاج الإسولين فيتوجّب عديد حقن المربص بكمّيّة إضافية منه.

## لربك من المعلومات اُنْظُر

كيماء الجسم السُريّ ص ٧٦  
لُحُمَات (الفيروسات) ص ٣١٢  
الجراثيم (البكتريا) ص ٣١٣  
الرئيسات ص ٣٣٦  
الخلايا ص ٣٣٨  
البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠  
حقائق ومعلومات ص ٤٠٦

التهات المفاصل يتّج من التهاب انسحبها معدو مؤلّة باستعمال العفاقير المُصاَدَة للالتهاب كالاشربين تُحبّث كيمويّات الجسم التي تُسبّب تورّم المفاصل.



تُحبّث خلايا النُم البيضاء بالانقسام الحلوي في الحجار اللمفاوي. وإذا احتلّ هذا الانقسام، فقد تتشّع خلايا سرطانية تسبّب ايضاص الدم (اللوكيميا). ويمكن مُكافحة ذلك باستعمال عفاقير سامّة للخلايا تُعزّل انقسام وتنامي الخلايا السرطانية.



# المواد اللصوقة

استعملات المواد اللصوقة عديدة ومتنوعة - من الدب على قفا الطوايح البريديّة وسُدول ظروف الرسائل، إلى الصمّوع التي تشدّ صفحات هذا الكتاب، أو الجراء الذي يقوّي وصلات الكرسي الذي تجلس عليه، أو يلصق الجداء الذي تتعلّه. والمواد اللصوقة المستخدمة لصوقات مختلفة ومتعددة كانت مصادرها الأولى من النبات والحيوان. في القرن التاسع عشر، كان المطاط هو المادة القواميّة في المواد اللصوقة؛ أمّا اليوم، فتستعمل المكثورات على نطاق واسع. واللصوق يلزق ويلزق لأنّ جزيئاته تشكّل روابط مع الأجسام التي يلصقها. وهذه الروابط قد لا تقلّ متانتها عن تلك التي تربط الجزيئات في قطعة من الصخر.

راتينج غرائي  
اسائل النّار من غص  
صوبر مقطوع، يحوي  
رابحا مستحده عراء  
على مدى مئات السنين

لرقت السيّارة  
لصغراء باللّوح  
براتينج الإيوكسي  
القوي



الخريبات المقرّة تمنع  
الكوثرّة وتثقي  
العراء سائلًا

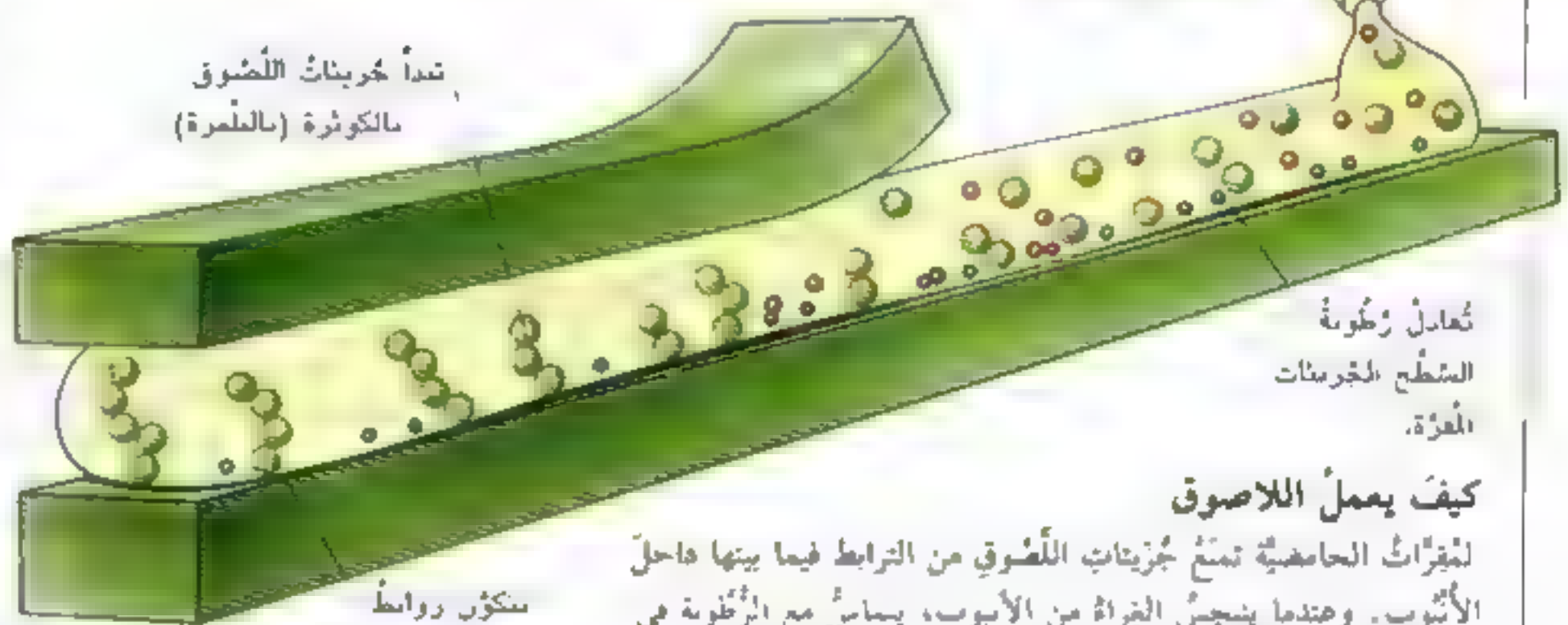


نعري الوصلات  
المكثلة بالمواد

## راتينج إيوكسي

تستعمل الصناعات غرائات اصطناعية تدعى  
الراتينجات الإيوكسيّة التي أصبحت تستخدم شعبيًا على  
نطاق واسع لأنّها تلصق مدّي واسعًا من الأشياء بروابط  
مستحبة جدًا مقاومة للحرارة وللمسح والنفث

خريّة اللصوق



تدأ خريبات اللصوق  
بالكوثرّة (باللمرة)

تُعادّل رطوبة  
السطح الخريبات  
المقرّة.

## كيف يعمل اللاصوق

لمقرّات الحامضيّة تمنع جزيئات اللصوق من الترابط فيما بينها داخل  
الأنبوب. وعندما ينسحب الجراء من الأنبوب، يمسّ مع الرطوبة في  
الهو، وعلى السطح فتعدّل الرطوبة خريبات المقرّة، تاركة خريبات  
الاصوق تترابط فيما بينها وتشكّل المكثورات، المؤلفة من سلاسل من  
الخريبات، روابط مستحبة صلبة بين  
شخصين المشاهير المعراء

حقار

راتينج

ملصقات

تكراريّة

الاستعمال

الشريحة الدّقة على ملصق أو بطاقة تكراريّة الاستعمال تحمل آلاف  
المقاعات الدّقيقة الدّقة. وفي كلّ مرّة تلصق الشريحة بسطح ما، تنعحر  
مقاعات قليلة منها، فتظلّ قابلة لأنّ تُسرّع وتستعمل تكرارًا

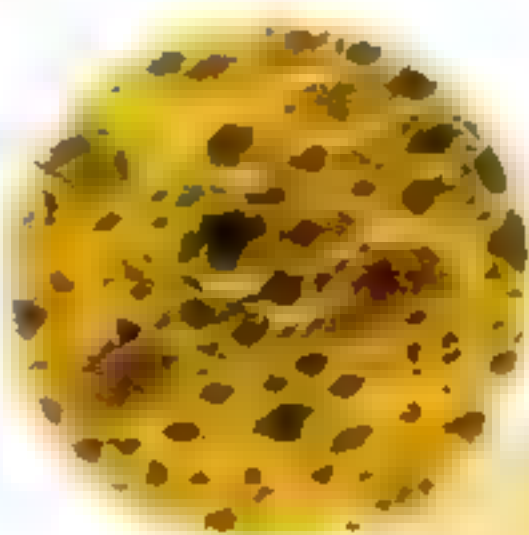
## جراء من جزيّين

بعض الراتينجات الإيوكسيّة تنطك حقاّر  
أو مُصنّدا لتصلّب فيخفظ اراتنج  
والحقار في أنبوبين مُنفصلين ومُمرحان  
مع عند الحاجة. والمزيج سرعان ما  
يُشكّل رابطًا لا ينصهر بالاحماء



جِراء لَدْن بالحرارة  
يُستعمل هذا الجِراء في صنّغ النماذج،  
وهو يحوي خريبات الهوليسترين مدانة  
في مُذيب كلاسيتون. فعندما نعرّي به  
الوضعة، ينحدر لمذيب وتنصدم خريبات الهوليسترين معًا  
لتكوّن رابطًا. وعند إحماء الوضعة، يصهر العراء مارلاق  
الخريبات بعضها فوق بعض، فيمكن إعادة تشكيلها.

صورة فوتوغرافية  
مُكررة لخريبات لصوق  
مُترابطة بعضها ببعض



## لمزيد من المعلومات انظر

- تغيّرات الحالة ص ٢٠
- الحفّازات ص ٥٦
- مُضِلّ المَرِجات ص ٦١
- المُكثورات ص ١٠٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



# الألياف

تُصنع الملابس من ألياف طبيعية أو اصطناعية أو مزيج من كليهما معًا. الألياف الطبيعية مصدرها بذور النبات أو فراء الحيوان. أما الاصطناعية، كالنيلون مثلاً، فتُستخرج من كيماويات تتواجد في النفط. لقد كسا الإنسان الأول جسده بجلود الحيوانات. ثم بدأ الناس منذ خمسة آلاف سنة يستخدمون الألياف الطبيعية في صنع الأقمشة المتينة. فغزلوا ألياف القطن والصوف خيوطًا. وكانت الحياكة أولى الطرق المعتمدة في نسج تلك الخيوط قماشًا، وما زالت إحدى أهم الطرق لذلك حتى اليوم. ثم ظهرت أساليب الحياكة بالصّارة لإنتاج ملابس دفيئة مرونة سهلة التنشيط. وخلال القرن التاسع عشر أصبح الناس أكثر إدراكًا لتكوين الألياف الطبيعية وتصنيعها. وشرعان ما

يُحوّل الكثير من صُروب البترول وكيماويات إلى كُرَيَات صغيرة ثم تُغزل الألياف

## صنع النيلون

لكيماويات من النفط هي خامات النيلون



ألياف الصوف راحية الأرض مما يجعل المادة عازلة جيدًا للحرارة.



## الألياف الطبيعية والاصطناعية

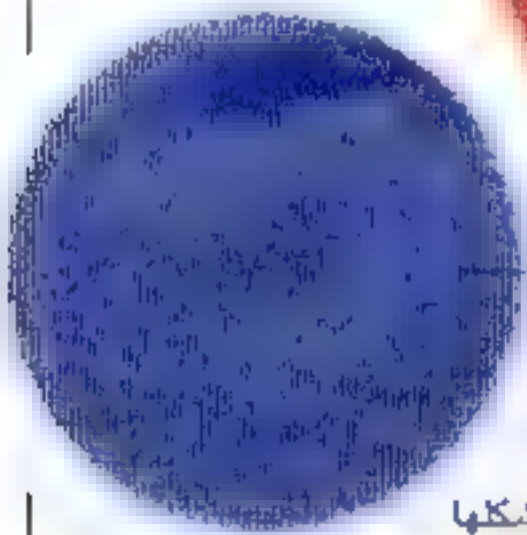
الألياف التي استخدمت أصلاً لصنع الملابس كانت من الصوف والكتان والحرير، وكان مصدرها البعوض والحيوان. أما اليوم، فقد دخلت البروكيماويات أيضًا في تصنيع ألياف كالبولستر والأكرليك والنيلون التي هي أكثر وأرخص نسيجًا من المواد الطبيعية

القماش المتلألئ للشمس يفتتح قطرات المطر من احتراقه.

ألياف النيلون متينة وعزونة



ألياف البوليستر قوية الاحتمال قليلة المطوطة، لكنها تحتفظ بشكلها جيدًا



تُلف الخيوط على مكّ



المصهر أسدغ عبر الثقوب الدقيقة في المسكة، ينسج الألياف منصهرة عنساوية النحابة



تنسج الألياف في معطس ترميد

## صنع النيلون

كان لنيلون أول الألياف المصنعة يدكبل من كيماويات. ويتم ذلك باحماؤ كُرَيَات النيلون في درجة ٢٦٠ من تتحول إلى ضهير مكثوري، يُفحم عبر المسكة في عملية البثق. وبعد ساقه من الثقوب الدفنة إلى الجو البارد، تأخذ خيوط النيلون بالتصلب الذي يكتمل بالمعالجة في معطس سريع جاف، ثم تُغزل خيطًا طويلًا تُلف على مكّ

تُدار خيوط الرايون حول عجلات دوارة لتكوّن الحيط (الريم)



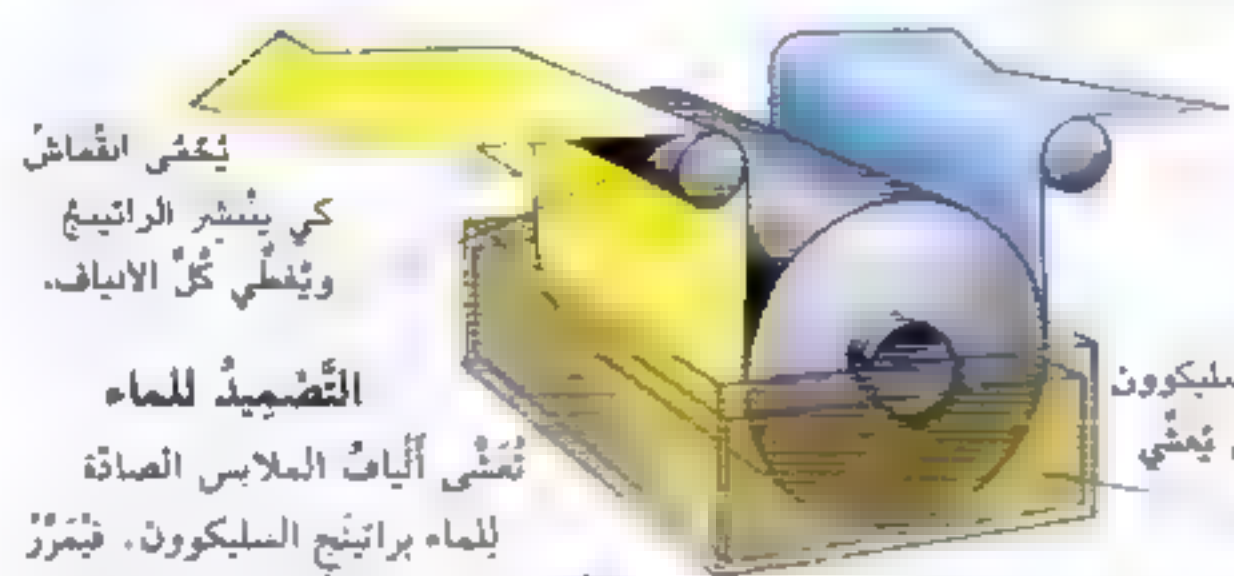
## صنع الرايون

رايون ألياف تُصنع من سليولوز لتُحتسب ولحيفة أن ليف الربون هو ليف مُعاد الكوب لأن سليولوز، حامه القوامي الأصبي، تُفكك ثم مُعاد شكله وهذا يُخلق من المادة الأصلية صرنا أشهى وأمتن وأسهل للصنع ولرايون أنواع أهمها الفسكور



## شاردونه

عالم الكيمائي الفرنسي، الكونت هيلار شاردونه (١٨٣٩-١٩٢٤)، ألياف القطن بمزيج من الكيماويات والكحول، ثم أحمها في مسكة الألياف. فتبخر الكحول تاركًا أليافًا بَرّاقة بدت كأنها تُشيع نورًا، سُميت تلك الألياف الجديدة الرايون «أو حرير شاردونه» الذي لاقى رواجًا شديدًا في أوائل القرن العشرين.



يُغشى القماش كي ينسج الراتينج ويُغطي كل الألياف.

## التضميد للماء

تُغشى ألياف الملابس الصادة للماء براتينج السليكون. فيتمز القماش عبر الراتينج بواسطة دخريج دوارة، ثم يُغشى ليشر الراتينج إسويًا عليه. الراتينج يمنع النسيخ من امتصاص الماء، فيعدو هذا قماشًا مُمتازًا لصنع المُشمعات والخيم

راتينج السليكون في المعطس يُغشي القماش

## لمزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- الترايط الكيماوي ص ٢٨
- الضخائل ص ٦٠
- المكثرات ص ١٠٠
- الأضياغ والخصب ص ١٠٢
- تضميد المواد ص ١١١



# الورق

تُغطّي الأشجار ثلث سطح الأرض تقريبًا، ويُستخدم الكثير منها في صناعة الورق. فالتجذّعات التي تُشاهد في الخشب تبين اتجاه آلاف الألياف الدقيقة التي تُنتجها الشجرة أثناء نموها لنقل السُغ في جذعها ولدعم ثقل أغصانها. في صناعة الورق تُفصل الألياف بعضها عن بعض، ثم تُصمّ ثانياً بشكل مُتصالب ليتحوّل إلى طَلَحِيَّات رقيقة. فانت حين تمزق طلحية من الورق تلاحظ الألياف الدقيقة المتلاصقة لتؤلّفها. إن إعادة التحريج تعوِّض عن الأشجار التي تُقطع لتصنيع الورق وتحفظ هذا المورد الأولي المهم من النضاد.



**بدايات الورق**  
بدأ صنع الورق من الخشب في الصين حوالي سنة ١٠٥ للميلاد باستخدام ألياف شجر التوت ولعمل المكرة استُبدلت من مراقبة الرنابير نسي أعشاشها من جذادات الخشب الدقيقة

يُصنع معظم الورق من أشجار العايات ذات الخشب الرخو كالصنوبر والتّوب.

تُحوّل جذادات الخشب إلى عجينة الورق.

تُقطع الأشجار وتُنقل جذوعها إلى مصانع الورق بواسطة الشاحنات والقطارات، أو بتطويقها في مجاري الأنهار.

تُقطع الجذوع إلى جذادات طول الواحد منها ٢ سم وسُمكها ٠,٥ سم.

لِتحرير الألياف، تُغشى جذادات خشب التّوب مع الحوامض، أمّا جذادات الخشب الصلب والصنوبر فتُغشى مع القلويّات

تُفجّر الألياف مع موادّ الخشو والغرويّات والخشب والأصماغ لتكوين عجينة ورقية مائعة.

يُزال الماء من عجينة الورق السائلة بالسّفط، ثمّ يكتسب الورق بين دحاريج دوّارة

**صنع الورق**  
يُصنع الورق في مصانع خاصة حيث تُقطع جذوع الخشب إلى قطع صغيرة ليتمكن الكيماويات من حلّها وتحرير الألياف فالكيمائيات السائلة الساخنة، تُذيب اللّجنين (الخشّبين) الذي يُلصّب الألياف مقاومتها وشِدَّتْها ثم تُصافّ كيمائيات أخرى لتجعل الورق صقيلاً متيناً وغير شفاف وأخيراً تُعالج عجينة الورق غرويّاً براتينج القلويّة أو بالسّفط لجعل الورق مُقاوِم للماء.

تُزال الدحاريج الدوّارة الماء الرائد وتُصعّط الورق.

يُضَقّل سطح الورق ويُغتم بمجموعة من الدحاريج الدوّارة

يخرج الخشب في النهاية لفّة من الورق

تُحَقِّف عجينة الورق تدريجيّاً على شَمَكَة سلكيّة.

يُعنَض سِنٌّ اللّباد الماء المتبقّي في الورق

هناك أنواع عديدة من الورق تتفاوت حجماً ومتانة واستعمالاً. كما تُصافّ الخشب والأصماغ لإنتاج مدى لا حدّ له من الألوان والأشكال.

تُعاد لُغايات الورق إلى المصنع لإعادة تدويرها (وتصنيعها مجدّداً).



**إعادة تدوير الورق (وتصنيعه مجدّداً)**

يمكن تخفيض عدد الأشجار التي تُقطع لصنع الورق والكيمائيات والطاقة المستخدمة في صنعه بجمع الجرائد من المنازل، ولُغايات الورق من المكاتب، والكرتون من المصانع وإعادة تدويرها (أي تصنيعها مجدّداً) لإنتاج المزيد من المُنتجات الورقيّة

تُشكّل ألياف الورق السّيجري وتُشغّل بسكين أثناء دروجه خارج المكنة فيكتسب الورق سجة مائعة حلقة

يُصنع الكرتون بطريقة مماثلة لصنع الورق.

تُجمع لُغايات الورق لإعادة التدوير.

**المُنتجات الورقيّة**

تختلف أنواع الورق تبعاً لما تحتويه من ألياف؛ وما يُصافّ إليها من كيمائيات ولطريقة مُعالجة عجينة الورق في مكنة التصنيع. هالك بوعن من الألياف الخشبيّة، نوع رخيص من سجين ألياف الخشب، وآخر أعلى ثمناً تُصنع أليافاً كيمائياً.

لمزيد من المعلومات انظر

- الكربون ص ٤٠
- الحوامض ص ٦٨
- المكثورات ص ١٠٠
- الأصباغ والخشب ص ١٠٢
- الألياف ص ١٠٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦





# الخزفيات

تولّف الخزفيات الكثير مما حولنا من مختلف أنواع الأطباق والأقداح والأباريق إلى طوب المباني وعوازل الكبلات وبدائل الأسنان. وتقسّم الخزفيات إلى فئتين - تشمل الأولى المواد التي تُشكّل قبل معالجتها بالحرارة كما في الأواني الفخارية والطوب وتحتوي الفئة الثانية المواد التي تُشكّل بعد معالجتها بالحرارة كما في الزجاج والإسمنت.



## طين الخزف

طلق الأواني الفخارية مزيج من نوعين من الطين هما الكاولين (أو الصل الصلبي) الذي يكتسب الفخاريات نسيجها الناعم، والطين اللدن الذي يكتسبها المتانة.

## استعمال الخزفيات

الخزفيات مواد صلبة قديمة تُصنّع بشي الطين الصلصلي. وقد استخدم هذا في صنع الأواني الفخارية منذ آلاف السنين، وكان يُشوى في مواقع مكشوفة، أما اليوم، فيُقش في أفران خاصة. ويحري حاليًا تطوير خزفيات جديدة للاستعمال في مُحركات السيارات والطائرات، لأنها صامدة لدرجات الحرارة العالية جدًا، ودوم طويلاً.

الطوب المنيء المقاوم للتجوية مادة بناء مثالية لمختلف المنشآت.

المُرجحات الصقيلة على خبثات العقيد الفخارية هي أيضًا من الخزف.



الطين لمسمي في بعض السات يدع الماء يتسخر من الرنة فيبقى جدار السنة ماردة

## صنع الإسمنت

الصلصال والطباشير والماء هي المواد الأولية لصنع الإسمنت.

تُخرج المواد الأولية خليطًا طينيًا رقيق القوام.

يُحقى الخليط الطيني في قوالب دوار طولها قرابة ١٨٢ مترًا.

## عملية شك الإسمنت

مزيج من الرمل والحصى يُضاف الإسمنت إلى الرمل والحصى.

الماء المُضاف يُحيل خُشومات الإسمنت إلى بلورات.

## شك الإسمنت

مبليات والومبات الكالسيوم في الإسمنت تتبلور بإضافة الماء، وتشكّل البلورات في الفجوات بين الرمل والحصى في الخرسانة، فتُحيط بها من كل جانب مُكوّنة روابط متينة تُشدّ الإسمنت ببعضه إلى بعض.

شُدّ بلورات الإسمنت الرمل والحصى بقوة فتشكّل الخرسانة.

## صنع الإسمنت

في عملية التصنيع، يُحقى الخليط الطيني الرقيق القوام مسحوق مُحترق الطباشير إلى أكسيد الكالسيوم، الذي يتحد مع السليكون والألومنيوم في الصلصال مُكوّنًا السليكا والألومينا (مبليات والومبات الكالسيوم) الإسمنتية. ثم تُطحن مدرات الإسمنت مع الجبس ليعمل من الشك السريع، وتُجهز لاستخدام التآخير.

## لمزيد من المعلومات انظر

- تعرّات الحالة ص ٢٠
- الترايط الكيماوي ص ٢٨
- الكبيء العضوية ص ٤١
- المواد ص ٨١
- الأصباغ والحُصص ص ١٠٢
- الألياف ص ١٠٧

## في داخل القرن

تُشكّل الأواني الفخارية زُطبة وتوضع في الفرن حتى تتصلّد، وفي أثناء الشوي تجري تفاعلات في الطين تتحكّم فيها بعض كيماوياته، ثم تُعدّ روابطها مُجددًا لتكوّن مواد آمن وأقوى.

يشدّ الإسمنت كسارة الشجر بعضه إلى بعض في مزيج حرساني.



الرّحاح مادة صلبة شفافة تُصنّع من لسبيكات العبرية.

ويتم تشكيل الرّحاح في حالة الانصهار.

يقدم الشرات في اكواب حرفية، لأنها مسيكة للعد.

النتائج الاحير إشمنت سحيق

سُطّع النلاطة المُرّج سهُل التنطيف

نُصاف الحشش الى كُتل الإسمنت.

تُطحن كُتل الإسمنت مع الحشش ليع الإسمنت من الشك السريع.

تُرّز كُتل الإسمنت المشوية



الماء المُضاف يُحيل خُشومات الإسمنت إلى بلورات





# الزجاج

كربونات

الكالسيوم

كسارة  
الزجاج

رمل

كربونات  
الصوديوم  
(الصودا)

## زجاج يدوي التصنيع

بتصنيع الزجاج يدويًا تؤخذ كتلة من الزجاج المنصهر على طرف قضيب منحرف من الحديد وتُمنح فيها قفاعة صغيرة. ثم يُبرَّد الزجاج بالدفقة على لوح حديدي ويُشكَّل بالأدوات فيما يُعاد إحماءه دوريًا لتيسير المعالجة

## مقومات الزجاج الأولية

ينصهر الرمل عادةً على درجة ١٧٠٠°س، لكن إذا مُزج مع كربونات الصوديوم (الصودا)، تنخفض درجة الانصهار وتوفر الطاقة وتضاف كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري) لمع الزجاج من الذوبان في الماء كما تُضاف أيضًا يَسَّر الزجاج فنصهر لإعادة تدويرها

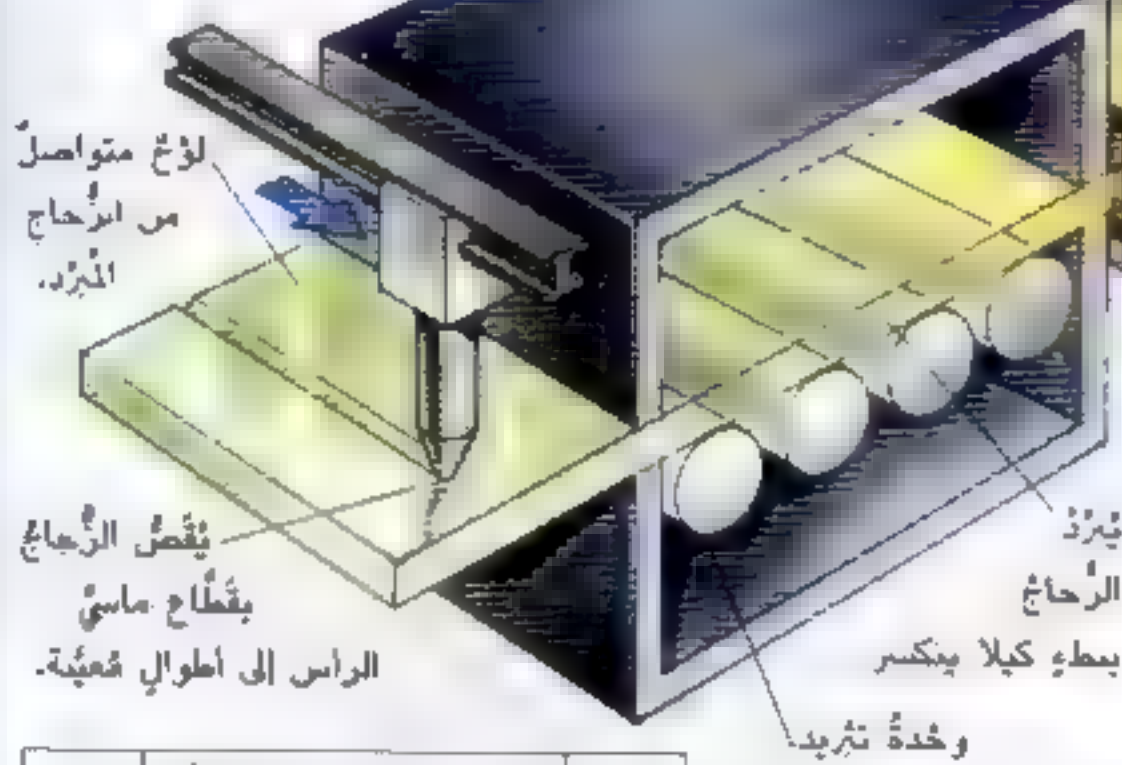
تُسفط كتلة من  
الزجاج المنصهر  
في قالب التشكيل.يدفع الهواء  
المصعوط الزجاج  
في قالب التشكيل.تُرْفَع القارورة  
الرُحاحية المدججة  
من القالب.

## عملية القوالب

### صنع القوارير

نستخدم قوالب خاصة في تشكيل الزجاج المنصهر إلى أشكال مختلفة. في تشكيل قوارير، مثلاً، تُسفط كتلة من الزجاج المنصهر في قالب لتشكيل وتُدفع إلى قعر القالب بالهواء لمصعوط وتُمنح بهواء ضَعْدَ عنر الكتلة (كتلة الزجاج) لتشكيل القارورة مندداً. ثم تُنقل هذه إلى قالب آخر حيث تُمنح محدداً لتأخذ شكل القارورة النهائي

## طريقة الزجاج المعموم

لوح متواصل  
من الزجاج  
المدب.يُفصل الزجاج  
بقطاع ماسي  
الرأس إلى أطوال شعيرة.يُرَدِّد  
الزجاج  
بطيء كيلا ينكسر  
وخدة تبريد

### لمزيد من المعلومات انظر

- تغيرات الحالة ص ٢٠
- أشباه الموصلات ص ٣٩
- الألياف ص ١٠٧
- تصميم المواد ص ١١١
- الابيكاس ص ١٩٤
- جافق ومعلومات ص ٤٠٦

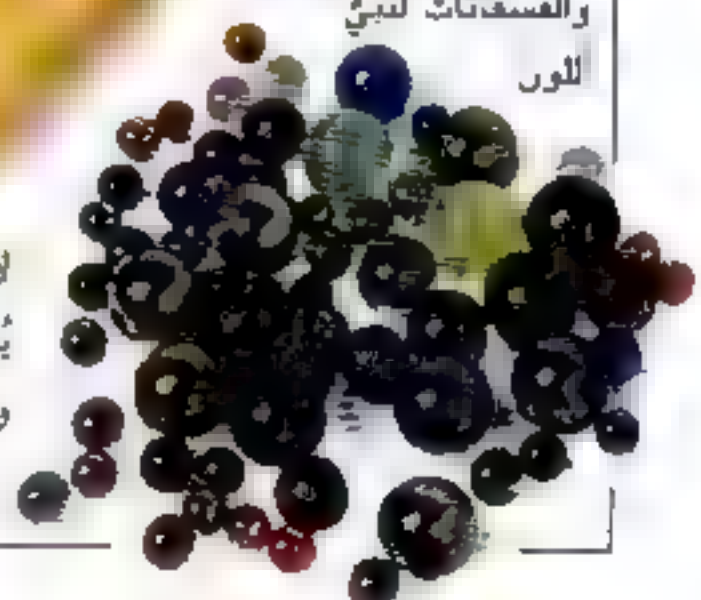
يُضاف أكسيد البورون إلى خامات الزجاج الأولية لصنع زجاج البوروسليكات. ويستخدم هذا الزجاج في صنع الطاق الامرار واولاني المحتبرات الزجاجية لأنه صامد للتغيرات في درجات الحرارة.

تستخدم ألياف الزجاج الدقيقة في عزل الصوت والحرارة وفي تقوية اللدائن.

## تغيير خصائص الزجاج

الطريقة التي يُعالج بها الزجاج بعد خروجه من الفرن تُغيّر خصائصه فتحملة ملائماً لأغراض معينة. فالتبريد السريع يثبت الهواء يُنتج زجاجاً متيناً يقضخ لإواعد السيارات وبإضافة الكوبلت وأكسيد السليوم يُمكن إدالة مساحة الاحصرار من الزجاج النحام

يتلون الزجاج بالكيمائيات. فكريتيد لسليوم يكتسبه الحمرة وأكسيد النحاس يكتسبه لورقة، وتحمله الألوميد والفوسفاتات ليدى اللون





# تصميم المواد

كَمْ يَكُونُ الْعَيْشُ فِي بَيْتِكُمْ مُخْتَلِفًا وَعَسِيرًا لَوْ كَانَ كُلُّ مَا فِيهِ مُصْنُوعًا مِنْ مَادَّةٍ وَاحِدَةٍ كَالْمُؤَلَّادِ الْمَعْرُوفِ أَنَّ الْبَيْتَ يَتَطَلَّبُ أَصْدَاقًا مُتَعَدِّدَةً مُتَنَوِّعَةً مِنَ الْمَوَادِّ - فِإِطَارَاتِ النُّوَافِذِ مَثَلًا، تُصْنَعُ مِنَ الْخَشَبِ الْمَتِينِ، بَيْنَمَا تُتَّخَذُ مَاطُورَاتُهَا مِنَ الْوَحْجِ لِإِنْفَاقِ الضَّوئيةِ وَصَدِّ الْمَطَرِ. وَالْيَوْمَ، قَدْ يُسْتَبَدَلُ بِالْخَشَبِ اللَّدَائِنُ، كَمَا قَدْ تَرَجَّحَ النُّوَافِذُ بِالْوَاحِ مَزْدُوجَةٌ لَمَنْعِ سُرُوبِ الْحَرَارَةِ. وَمَا فَتَى النَّاسُ يَبْحَثُونَ عَنْ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ تَجْعَلُ سُبُلَ الْعَيْشِ أَيْسَرَ وَأَقْلَ تَكْلِفَةً. وَقَدْ يَنْصَحُنْ هَذَا الشَّغْفُ اسْتِخْدَامَ مَوَادِّ قَدِيمَةٍ بِأَسَالِيبِ جَدِيدَةٍ، أَوْ ضَمَّ مَوَادِّ مُخْتَلِفَةٍ بَعْضُهَا إِلَى بَعْضٍ، أَوْ إِجْرَاءَ تَجَارِبَ عَلَى الْكِيمَاوِيَّاتِ لِإِيتِكَارِ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ تَمَامًا. وَيَنْبَغِي إِخْضَاعُ كُلِّ مَادَّةٍ أَوْ تَوَلِيفَةٍ مَوَادِّ جَدِيدَةٍ لاختباراتٍ دَقِيقَةٍ شَامِلَةٍ لِلتَّكَادُّ مِنْ صِلَاحِيَّتِهَا.



## لدائن مُعَزَّزَةٌ بِالرُّجَاجِ

يَكْتَسِبُ اللَّدَائِنُ قُوَّةً إِصْدَاعِيَةً إِذَا عُرِّزَتْ بِالْأَلِيفِ الرُّجَاجِيَّةِ، وَتُعرفُ حَسَبَ مَازِجِهَا بِسَمِيِّ. وَيُستَخدَمُ هَذَا الرُّجَاجُ فِي سَاءِ مَوَارِدٍ وَعِزِّهِ مِنَ التَّجْهِيرَاتِ، وَهُوَ مِثْلُ عَلَى مَدَدٍ مَوْسِمِيٍّ نَجْتَمِعُ فِيهَا مَادَتَيْنِ شَائِعَتَيْنِ

يَتَأَلَّفُ هَيْكَلُ السَّائِلِ (الْقَمَرِ الصَّاعِقِ) مِنْ قَلْبٍ لَدَائِنِيٍّ أَوْ مَعْدِنِيٍّ لِحُرُوبِيٍّ الْبَيْتِ مُصَفَّقًا مِنَ الْحَاسِرِ بِالْوَحْجِ لَدَائِنِيَّةٍ مُعَزَّزَةٍ بِالْأَلِيفِ كَرَبُونَةٍ مُعَرَّاهٍ بِالسُّوْقَاتِ مَتْنَةٍ

تُلْصَقُ اللَّدَائِنَةُ الْفُطَائِيَّةُ عَلَى هَذَا الْجَانِبِ مِنَ الْبُغْشَاءِ الْفُورَانِي.

عِشَاءٌ جِرَانِي

قَلْبٌ مَعْدِنِيٌّ (فُلُورِيٌّ) أَوْ لَدَائِنِيٌّ لِحُرُوبِيٍّ الْعَبِيَّةِ.

بِفَضْلِ الْمَوَادِّ الْمُؤَلَّفَةِ  
تُسْتَطَاعُ السُّوَاتِلُ الْخُصْمَةُ  
الْإِصْدَاعُ بِشَرِيعَةٍ فِي أَرْجَاءِ  
الْمَصْنَعِ - مِنْ حَيْثُ يُمْكِنُهَا  
إِرْسَالُ الْإِشَارَاتِ بِدَقَّةٍ إِلَى  
أَيِّ نَقْطَةٍ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ

الهِوَاتِلَاتُ الْعَدِيدَةُ

تَعْمَلُ كَالْمَرَايا، مُنْشَرِّ

الْإِشَارَاتِ الَّتِي تَصْلُحُهَا

وَمَكَدًا تَتَلَقَّى

الْإِشَارَاتِ مِنَ

الْأَرْضِ أَوْ

تُرْسِلُهَا إِلَيْهَا

الهِوَاتِلِي

## مَوَادُّ السُّوَاتِلِ

يَكْفِي نَحْمَلُ السُّوَاتِلِ طُرُوفَ الْمَدَفِ

وَالْإِنْطِلَاقَ الْقَاسِيَةَ إِلَى الْفَضَاءِ

وَفِيهِ، يَنْبَغِي أَنْ تُبْنَى مِنْ

مَوَادِّ حَاصَّةٍ أَكْثَرُ مَرُونَةٍ

وَسَانَةِ مِنَ الْخَشَبِ أَوْ

الْمَعْدِنِ. لَدَا تُصْنَعُ

السُّوَاتِلُ مِنْ مَوَادِّ مُطَوَّرَةٍ

حَضَبِيَّةٍ لَدَلِكِ - حَبِيبَةٍ لِسِيرِ

الْإِنْطِلَاقِ مِنَ الْأَرْضِ، وَمَتِينَةٍ لِنَحْتِمَالِ الْإِجْهَادَاتِ  
وَالْإِصْدَاعَاتِ الَّتِي تُجَاهِدُ السُّوَاتِلُ فِي مَدَارَاتِهَا حَوْلَ الْأَرْضِ

## رَضْدُ النُّجُومِ

تُسْتَعْمَلُ الْإِلْسْكُونَاتُ الْعَمَلَاءَةُ لِاسْتِكْشَافِ

أَحْوَاءِ الْفَضَاءِ الرَّحِيبِ. وَمِنْ أَهَمِّ

مُفَوِّمَاتِ الْإِلْسْكُوبِ الْعَمَرَةِ

الضَّحْمَةُ اللَّازِمَةُ لِتَكْوِينِ

صُورِهِ وَصِحَّةِ يَسْتَطِيعُ عُلَمَاءُ

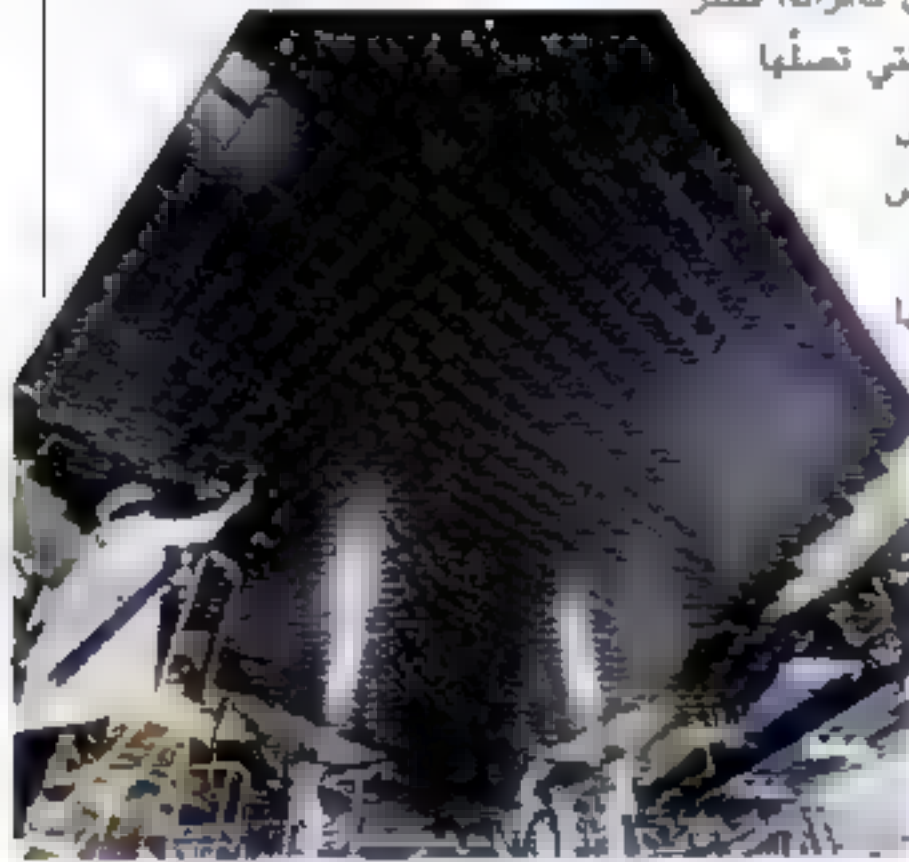
لُغَلِكِ رُؤْيَا مُفَضَّلَةٍ

وَيُصْنَعُ أَمْتَالُ هَذِهِ الْعَمَرَةِ مِنْ

رُجَحٍ حَرَقِيٍّ مِثْلِ لَا يَبْهَتُ

شَعْلُ لَمْعَةٍ كَمَا لَا يَتَأَثَّرُ شَكْلُهُ

بَتَغْيَرِ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ



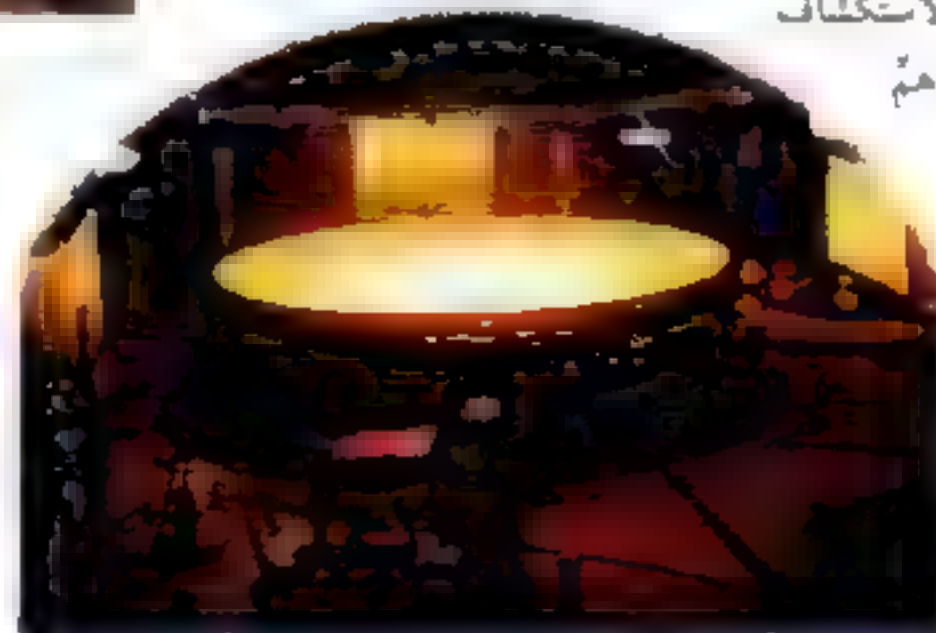
## مَوَادُّ مُقَاوِمَةٌ لِلْحَرَارَةِ

يُسْتَطَاعُ السَّائِلُ الْحَرَمَةُ الْفُلُورِيَّةُ (الشَّرْمُ) اِصْصُودُ  
لِدَرَجَاتِ الْحَرَرَةِ الْعَالِيَةِ حَذًّا وَمِنْ سَبَبِ السَّائِلِ يُصْنَعُ  
أَرْدَشُ التَّرْيِيبِ لِنَقْطَةِ وَمَا تُرْصَدُ لِمَصَارِيحِ الَّتِي تَرْفَعُ  
دَرَجَةَ حَرَارَتِهَا أَرْتَعَادًا مُدْهَلًا أَمَّا الْعَمَلُ وَتُفَرِّقُ  
الْمَكُونَةُ الْفَصَائِلُ بِأَلْفِ أَمْرٍ اسْتَرْمَتْ لِمَقَاوِمَةِ حَرَارَةِ  
الْإِحْتِكَالِ الْبَاقِيَةِ خِلَالَ حُودُودِهِ إِلَى جَوِّ الْأَرْضِ



## مَوَادُّ لِنَقْضِ الْحَيَاةِ

مِنْ أَهَمِّ إِنْجَازَاتِ الطَّبِّ الْحَدِيثِ إِمْكَانِيَّةُ  
مَعْوِضِ الْكَثِيرِ مِنْ أَجْرَاءِ الْجِسْمِ الْعَلِيلَةِ أَوْ  
الْمُعْظَرَةِ بِدَائِرِ اصْطِعَاةٍ مُسْتَعْدَةِ السَّائِلِ  
الْفَصْرَةِ فِي ضَنْعِ صَعَابِجِ الْفَحْمِ، وَالْمُؤَلَّفَاتِ  
الْفَصْرَةِ الْمَدَائِنِيَّةِ فِي ضَنْعِ مَفَاصِلِ الْحُوصِ  
الْإِصْطِعَاةِ، وَالْأَلِيفِ السَّحْنَةِ فِي ضَنْعِ  
الْأَوْعِيَةِ الْقُومِيَّةِ وَنَحْرِي حَاشَا نَحَارَتْ عَلَى  
الْقُبُورِ الْإِصْطِعَاةِ مِنَ السَّائِلِ الْأَلُومِيُونِيَّةِ



## لِمُرِيدِ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

حِصَانُضُ لِمَادَّةٍ ص ٢٢

السَّائِلِ ص ٨٨

الْأَلِيفِ ص ١٠٧ - الْوَزْقُ ص ١٠٨

الْحَرَقِيَّاتُ ص ١٠٩

الرُّجَاجُ ص ١١٠

حَدَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤٠٦



# التلوث الصناعي

التلوث هو النتيجة الطبيعية لاستعمالنا أنواعاً مختلفة من المواد التي تبتعث إلى المحيط الذي نعيش فيه ملوثات تُضر بالكائنات الحية وبمختلف البيئات والإنشاءات. حتى قرابة مئتي عام خلت ظل التلوث البيئي قليلاً ومحدوداً لأن عدد السكان كان أقل وكان استخدام الناس في غالبيته مقصوراً على المواد الطبيعية. فكانت فضلاتهم تتفكك وتتحلل بفعل ميكروبات التربة. أما اليوم فالمصانع والسيارات والكثير من المكنات ومحطات القدرة تشوئ البيئة بملوثاتها، كما إن بعض نفاياتنا وفضلاتنا غير قابلة للتفكك، وهي تلوث اليابسة والماء والهواء. ويحاول خبراء الصناعة حالياً الحد من التلوث الذي تسببه الصناعات المختلفة.



## طبقة الأوزون

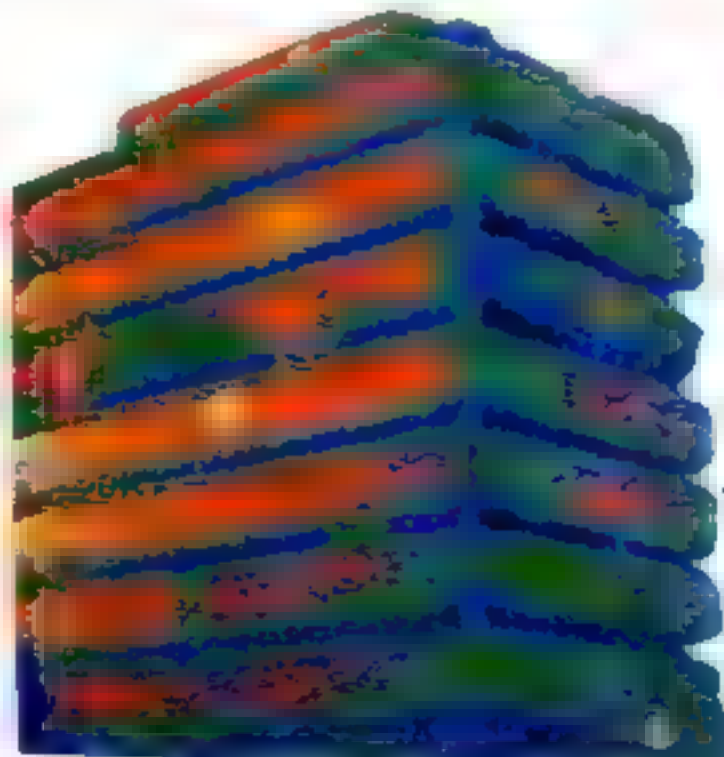
الغازات الكربونية المهلجنة بالكلور والفلور وهي تستخدم في البرادات ووسائل التبريد تذيب طبقة الأوزون عندما تتسرب إلى أعالي الجو ويجري حالياً استبدال ثاني أكسيد الكربون والغازات الهيدروكربونية المسببة لظاهرة الدورات الشمسية.

يمكن تحفيز كميات ثاني أكسيد الكبريت في الانظمة باستخدام وفرة خالي من الكبريت، أو بوساطة الدخان ببناء قبل أن يترك المدخنة.

## أشكال من التلوث

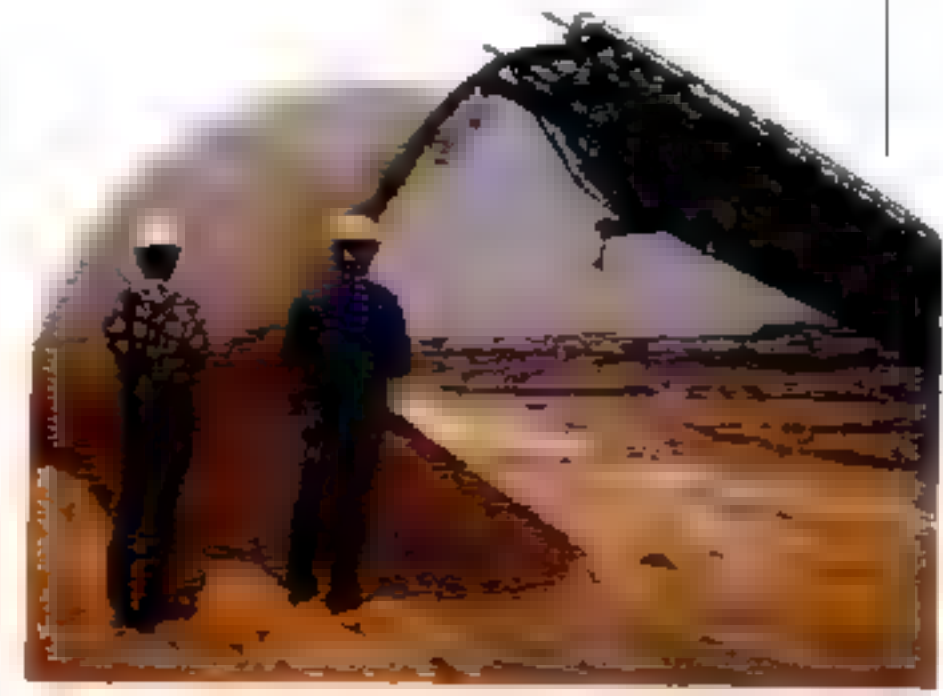
يتخذ التلوث أو التلوث الصناعي أشكالاً عديدة فاستخراج المواد الأولية من الأرض ينفذ موطن السحب والحوادث وينتج حمض هائل وتؤلف أكوام الضباب الصناعية الحامضة تلالاً لا تحلو للظواهر وقد تنتج أحياناً لمصانع حوامص في السحب ومطر حامض يضر بالبيت أو تدمر مع غازات المواد من وسائل النقل ناشرة الضباب (الضباب الدخاني) فوق المدن. وقد تحوي المياه المنصرفة من المصانع فضلات تسمم الأحياء المائية. ولا ننسى بقع الزيت الصمغية على صفحة مياه البحر عند تعرض البواخر أو ناقلات الزيت للحوادث.

صورة فضضعة التلوث شبيهاً مقدار الحرارة في مئتي متعدي الطوبق



## لزيادة من المعلومات انظر

- لكبريت ص ٤٥
- الحفازات ص ٥٦
- كيمياء الهواء ص ٧٤
- صناعة الكيماويات ص ٨٢
- الغلاف الحيوي ص ٣٧٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٦



## تغطية المناظر المؤدية

بمبنى المكنات القريبة من المدن بالضباب التي تحزن فوق مصانع من الهوليس للتحكم في تصريف المياه. أما المصانع التي عن نفاثات الضباب كيميائية فيجمع في أنابيب ويستخدم كوقود وعندما يمتلئ المكب، تُغلق النفايات بالتراب ويعرض بالمئات المناسبة لخلق مواطن جديدة للحياة.

جسيمات الاذخنة الصلبة يمكن إزالتها في المداخل بواسطة مرشح ابكتروستاتي، حيث تتحطم الجسيمات عن الحدود الداخلية للمدخنة.

استخدام المبريد عبر المرصص، يُحفّض تلوث البيئة بالمرصص

## حفظ الحرارة

إذا نذت الحرارة في السامي، فهي تفويضا بحرق كميات أكثر من الوقود، وهذا يكلف مالا ويسبب مزيداً من التلوث ويمكن الكشف عن فقدان الطاقة الحرارية من مصنع أو مبنى بتصويره بالأشعة تحت الحمراء، حيث يظهر على الصورة المناطق الأكثر فقراً للحرارة باللون الأزرق إن معالجة هذه المناطق باستخدام عزل إضافي يُحد من فقد الحرارة.



## إعادة تدوير المواد

تستهلك مواد أولية أقل إذا أعيد تدوير المواد في الضباب وهكذا تُصان المواد الأولية لاستخدامها في مراحل مستعجلة، كما يُحفظ التلوث ويُوفر الطاقة باستخدام المواد المعادة التدوير في صنع علب الألومنيوم مثلاً، يوفر ٩٥ بالمئة من الطاقة ويحفظ أيضاً ٩٥ بالمئة من التلوث.



# القوى والطاقة

كُلُّ ما يحدث، من بريق البرق إلى شدّ شريط الجداء، يتطلب طاقة؛ فيدون الطاقة لا شيء يستطيع العيش أو الحركة. الحيوانات تستخدم الطاقة في السير والركض، والنباتات تستخدمها في النمو. الريح بالطاقة تهب، والأمواج بها تموج عبر المحيط، والسيارة تسير بالطاقة المخترنة في وقودها. لكن كل هذه الأشياء ما كانت تيم في غياب قوى فاعلة، فاستخدام الطاقة ينطوي دومًا على قوى بشكل أو بآخر. فالقوى ضرورية لبدء حركة الأشياء، أو لتغيير نمط حركتها، أو لوقفها عن الحركة. وبالقوى أيضًا تُفكّ الأشياء أو يُشد بعضها إلى بعض. فيدون القوى والطاقة لا يمكن أن يحدث أي شيء في الكون.



## استخدام الريح

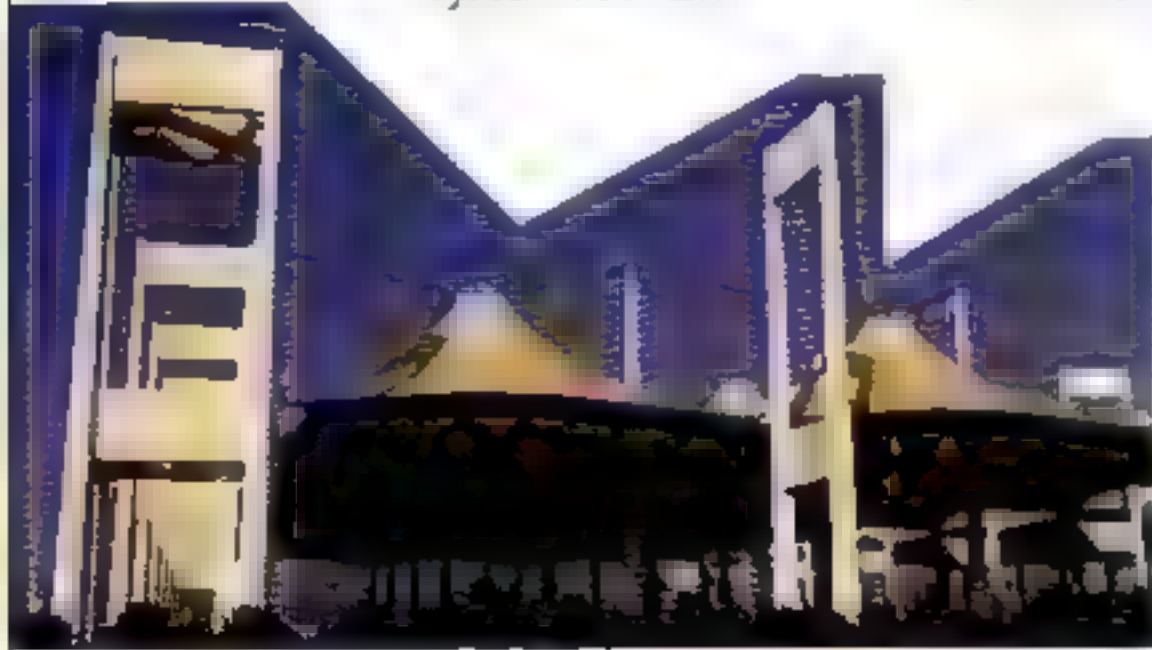
ينطوي ركوب الأمواج الشراعي على استخدام القوى والطاقة بدرجة عالية. فاستخدام القوى المحسنة للتحكم باللوح والعصر فوق الأمواج، يساهم في توليد طاقة الريح القوية التي يدفعها قدامًا وإذا بدورب هذه القوة حذوها في أي اتجاه يحلّ بوارك لنوح فيعلت براكه. لذلك يبدؤ راکب الأمواج بوزة ضد اتجاه هبوب الريح تمكنه من جمع قوازيه وإبقاء الشراع مُتصبًا.

تؤثر القوى في كل شيء حتى في الخسيمات الدقيقة المحرّبة.



## طاقة من الشمس

توفّر الشمس معظم الطاقة التي نحتاج إليها بالضوء الذي نسمّيه. ففي ساعة واحدة يصلّ الأرض من الطاقة الشمسية أكثر مما تستهلكه البشرية جمعاء في سنة كاملة. أما النباتات، فتدور الشمس أعلاه، فتحتاج الطاقة الشمسية لتنمو، وهي تحترق بمضادها كطاقة كيميائية والحيوان الذي يأكل تلك النباتات يستخدم تلك الطاقة المحترقة.



## القوى في المباني

تُشيد الأبنية بأحذون في الحشاش ضرورة ضمودها بالقوى الكبيرة التي قد تعرّض لها كتيلا سهار فهذا لسقف، في إحدى محطات مطار جدة باسمملكة العربية السعودية، مصوغ من رُجج ليحي آمن من الغولاد، سقظه القوى المشكّلة سماج فريدة

## في الفضاء

يعمل نفوس وإطافه على بدي واسع في الفضاء فالمحور سيقع بسبب شدة من طاقه حراريّة وصوبيّة ويسبب حرّ المحم حراريّة شدة الحديّة وهي القوة دأنه انني تحدث لأحسام إلى الأرض



## أصوات الليل

الكهرباء شكل من أشكال الطاقة يؤد في محدد قدره صححه، ويُقاس بالكثلا عن مساح طوبه إلى امبار والمكاتب والمصانع. ويكنه رؤ مملادي سحون هذه الطاقة سهوله إلى طاقه حراريّة و صوت او إلى قدره مكسكة

## القوى دون الذرية

تؤثر القوى في الجسيمات الدقيقة كما في الأجسام الصّخمة. فالقوى المؤثرة داخل نوى الذرات هي أشدّ لقوى، وهي القوى التي تتحرر طاقته في انفجار قسلة نووية.



# القوى

## القوى في الطيران

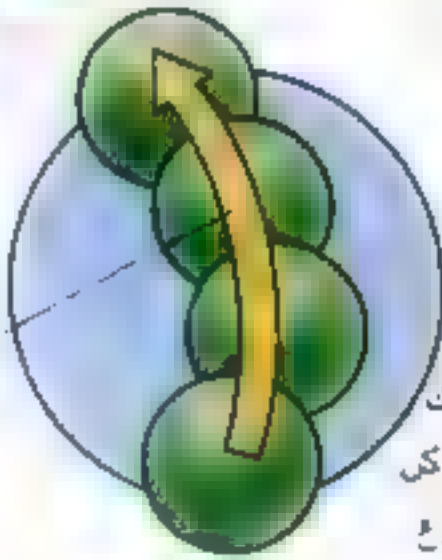
تؤثر على الطائرة أثناء الطيران قوى أربع. فالمحرك يولد قوة لدفع إلى الأمام، والجناح يولدان قوة الرفع صعداً، وقوة الجاذبية الأرضية تشد الطائرة إلى أسفل، بينما تعيق مقاومة الهواء سير الطائرة بقوة رد الفعل الناجمة عن اندفاعها فيه



تُحيط بنا القوى من كل جانب؛ والقوة دافع أو شد يؤثر في الجسم. فالرياح تبدل قوة حين تهب. والجاذبية الأرضية قوة تجذب الأشياء نحو مركز الأرض فتكسبها أوزانها. والحيوانات والمكينات أيضاً تؤثر بقوى مختلفة. فعندما تثبت جندبة من سطح ورقة نبات، تضغط ساقها بقوة صغيرة عليها. والمكينات تستخدم لتوليد قوى ضخمة، فالمحرك النفث يولد قوة أكبر بملايين المرات من القوة التي تحدثها وثبة الجندبة.



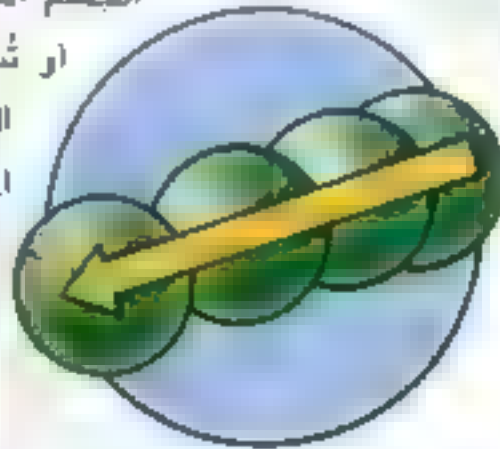
القوى  
يمكنها أن  
توقف الاحسام المتحركة  
أو تُسلي سرعتها



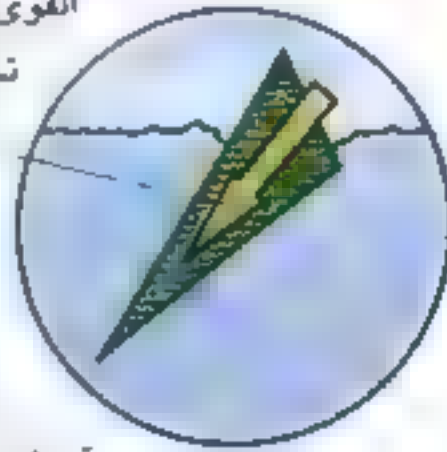
القوى يمكنها  
أن تُغيّر اتجاه  
الجسم المتحرك



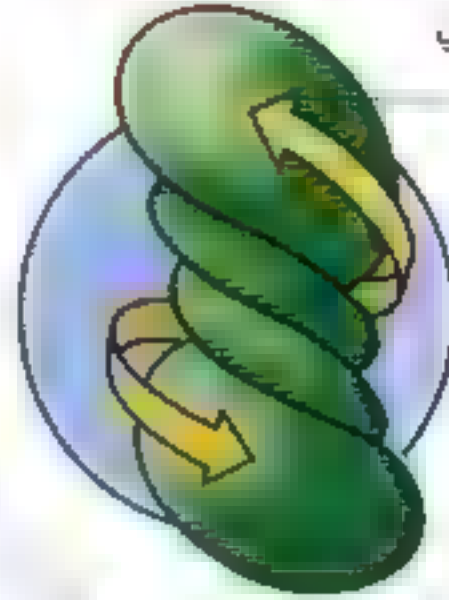
القوى يمكنها أن  
تجعل الجسم  
المتحرك يبرك.



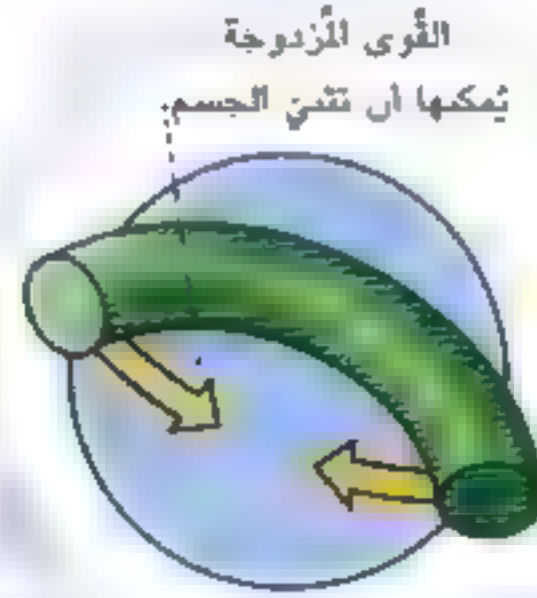
القوى يمكنها أن تحرك  
الجسم الساكن  
أو تُسرّع  
الجسم  
المتحرك



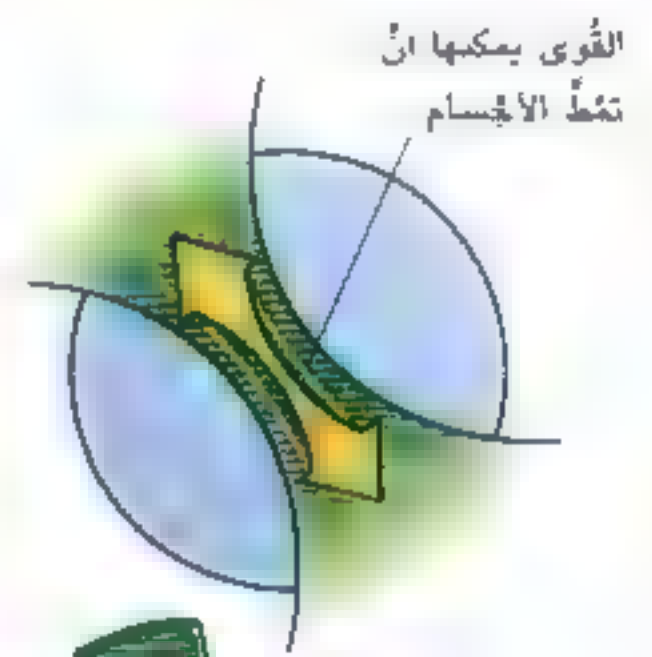
القوى يمكنها أن  
تجعل الجسم يقف  
أو يطفو في سائل



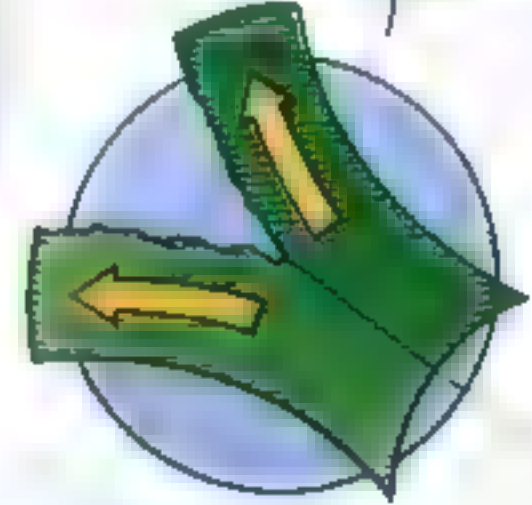
قوى الازدواج  
يمكنها أن تلوي  
أو تعقل المواد



القوى المزدوجة  
يمكنها أن تقني الجسم



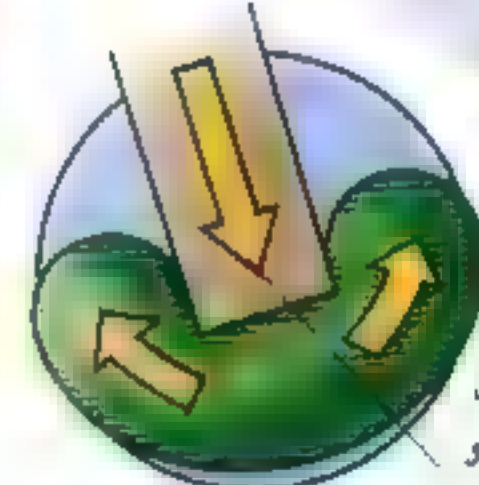
القوى يمكنها أن  
تسطّ الاجسام



القوى  
يمكنها أن  
تمزق  
الاشياء



قوى الازدواج يمكنها أن  
تجعل الجسم يبرك أو يدور



القوى يمكنها أن  
تهزّ الجسم أو  
تشوّعه.

## تأثيرات القوى

أربعة أشياء رئيسية قد تحدث إذا ما دفعت قوة جسمًا أو شدته. والجسم الساكن قد يبدأ بالتحرك، والجسم المتحرك قد تغير سرعته أو يتغير اتجاهه، أو قد يتغير شكل الجسم أو حجمه بذلك. وكلما ازدادت القوة يزداد تأثيرها

## قوى الطبيعة

بعض أحوال الطقس تولّد  
قوى عظيمة فالاعاصير  
الدوامية قد تحدث دمارًا هائلاً  
والصحمّ منها قد يقذف غالباً في

الجو كلّ ما يعترض طريقه، من سيارات وأبنية وأشجار ثم  
يسقطها ليتحطم على بُعْد مئات الأمّار من مواقعها الأصلية  
والإعصار الدوامي الأكثر تدميرًا هو المسجل عام ١٩٢٥ في  
الولايات المتحدة الأمريكية حيث قُتل مئآت الأشخاص  
ودُمّرت المباني وقُليت السيارات وانقلعت الأشجار بعرض  
٣٠٠ متر على مدى مساره الشاسع



## مَجالات القوة

مجال القوة هو المنطقة التي يُشعر  
بتأثيرها فيها؛ وتزدّد شدة المجال  
بالاقتراب من مصدر القوة،  
كمعطّيس مثلاً. فإذا نُزّرت بُرادة  
الحديد على صحيفة ورق موصوعة  
فوق قضيب معطيسي، نراها  
تجمّع بموارة خطوط القوة في  
المجال المعطيسي. ويُبين هذه  
الخطوط نسق اشبار مجال القوة  
حول المعطيس



## عبد السلام

في العام ١٩٧٩، أصبح العالم الباكستاني، عبد السلام (المولود عام ١٩٢٦) أول شخص من بلاده يال جائزة نوبل كن عبد السلام يرغب في أن ينال وظيفة حكومية، لكن القدر أراد له غير ذلك إذ حصل عبد السلام على منحة لدراسة الفيزياء في جامعة كيمبردج، بإنجلترا وهناك طوّر نظرية القوة الكهرومغناطيسية وقد تبيّن صحتها أرائه في المختبر الأوروبي للأبحاث (سيرن)، بالقرب من جنيف، سويسرا، عام ١٩٧٣.



لوحة الشاتل الشمسية تولّد الكهرباء من ضوء الشمس

الحادية قوة معيدة المدى  
الحادية الارضية يمتد  
انها بعيدا في الفضاء  
تحت ثقل السوائل في مداراتها.

الطاقة الحرارية والصوتية المنبعثة من الشمس مصدرها القوى النووية في دوائها.

## القوى الأساسية

القوى الأساسية هي الجاذبية والكهربية والمغناطيسية ونوعان من القوة النووية ذبب الوهم والقوة، وجميع ما سقى من القوى فشمس بشكل أو بآخر من هذه القوى لاسيما في العام ١٩٧٩، نال جائزة نوبل لفيزياء كل من شيندو جلاشو وسيفر وايسرغ وعبد السلام لبرهانهم أن القوى المغناطيسية والكهربية والنوية الواحدة هي في الحقيقة مظهر قوة واحدة هي القوة الكهرومغناطيسية وتحدون العلماء حاليًا برهنة النظرية الموحدة لعظمى (ن م ع) القائلة بوجود علاقة تربط بين الجاذبية والقوة النووية القوة وبين القوة الكهرومغناطيسية

## قوى التلاصق والتلاصق

تتبع بعض القوى فقط عندما يفسح جسيم جسيمًا آخر، وتعرف هذه القوى بقوى التلاصق أو التماس. وهناك قوى أخرى تفعل أو تؤثر دوماً تماساً فالمغناطيس مثلاً، يستطع جذب قطعة من الحديد دون أن يلمسها، وتعرف هذه القوى بقوى التلاصق

الارض مغناطيس  
صمم، تعمل قوته  
امدة الموصلة تتحد  
اتجاهها نحو الشمال  
ايضا كان على  
سطحها

بارباد القوة المستندة على الكرة، ترداد المسافة التي تقطعها الكرة

الكهربائية الشحنة في المسطرة جعل قطع الورق السيجي الصغيرة ينفذ نحو المسطرة وتعلق بها.

## القوى الكهربائية

تُشحن المسطرة اللدائية بالكهربائية الساكنة إذا فركت بقميص من الصوف أو العايلة. وهذه الكهرباء تجعل المسطرة تجذب قطعاً ورقية صغيرة نحوها بدون أن تلمسها

## الاحتكاك بالقوة

التماس الحيد ضروري عندما يحتك اللاعب كرة للارد معصاه فتؤد دفع العصا تسلط قوة تلامس الكرة فتتحركها وإذا ربطت الكرة المتحركة بكررة أخرى ساكنة، فإن صدمة المدمر تحرك الكرة الثانية

## القوة المرنة

في لغز العالي المرتبة (أو العصا المطوية)، يستعين اللاعب بمروية عصاه فهو يثبت طرف المرتبة في الارض ثم يني الصوف الاخر بقوة سفلًا وهو يقفز ويعوده استقامة المرتبة تسلط مرويتها قوة رفع على اللاعب تمكنه من قفز عالياً والتلاصق حاصل من ضغط من اللاعب وعصاه

## لمزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- القوة النووية ص ١٣٦
- الكهربائية الساكنة ص ١٤٦
- المغناطيسية ص ١٥٤
- بنية الارض ص ٢١٢
- الاعاصير التوائية ص ٢٥٩

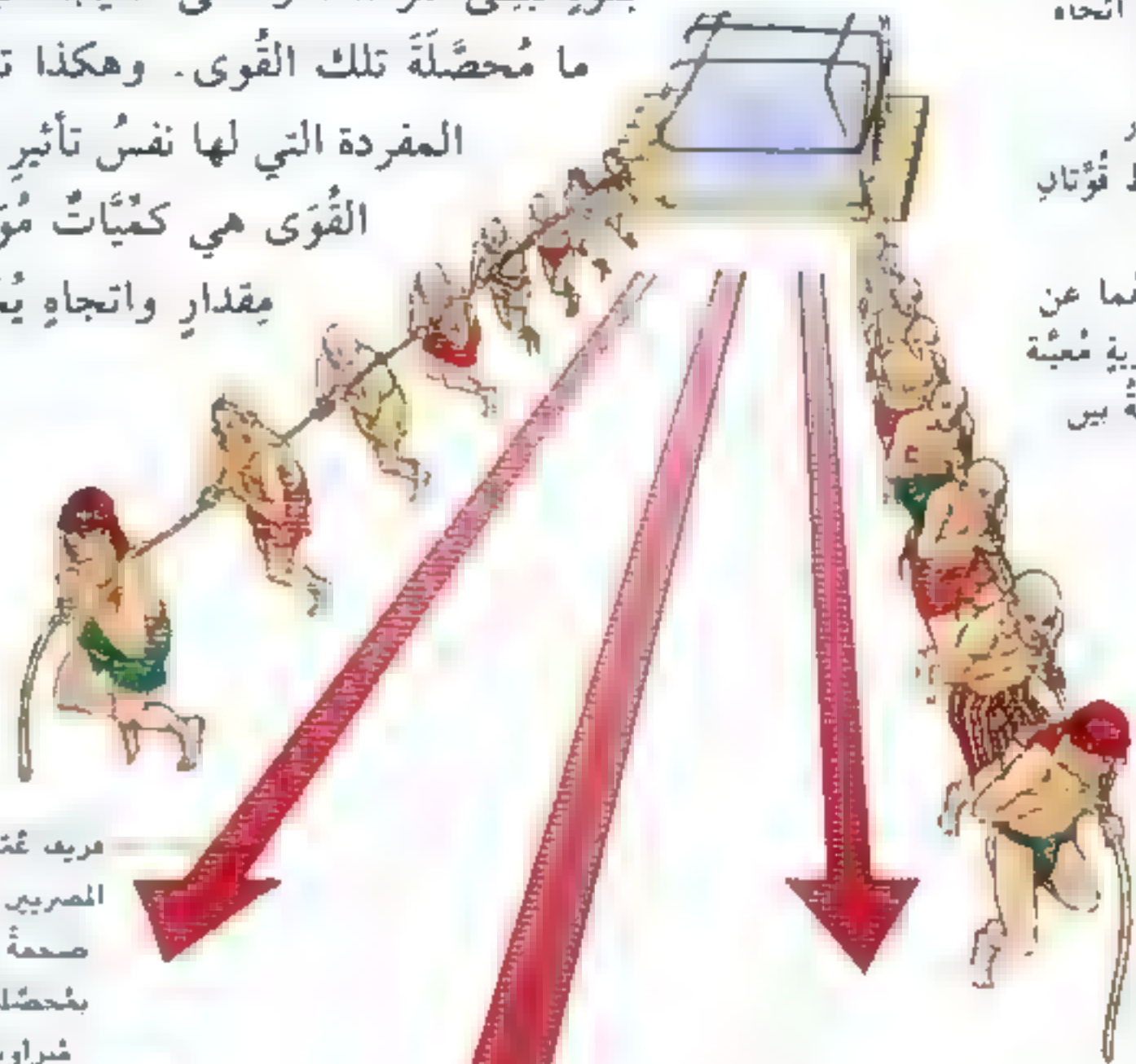


# جَمْعُ الْقَوَى وَمُحَصَّلَاتُهَا

الكثير من الأجسام يؤثر فيها أكثر من قوة واحدة. فوزن اليخت مثلاً، قوة تشدّه إلى أسفل فيما يدفعه الماء إلى أعلى بقوة مُعَادِلَةٍ تمنعه من الغرق. وتهبُّ الرِّيحُ على الأشرعة فتدفعُ اليخت بقوة عبْرَ الماء، لكنَّ الماء يُضادُّ حركةَ المركب بقوة تبطلُ سرعته. وتدعى النتيجة الإجمالية لتأثير قوتين أو أكثر في جسم ما مُحَصَّلَةً تلك القوى. وهكذا تعرفُ مُحَصَّلَةُ قوتين بأنها القوة المفردة التي لها نفسُ تأثير القوتين معاً. وجدير بالذكر أنَّ القوى هي كمّيات مُوجَّهة؛ والكمّية المُوجَّهة ذات مقدار واتجاه يُحدِّدانيها.

## المُحَصَّلَةُ

لإيجاد مُحَصَّلَةِ قَوَى مُتَعَدِّةٍ يتوجَّبُ أخذُ اتِّجاهٍ ومقدارٍ كُلٍّ منها بالاعتبار وعندما تُسلَّطُ قوتانِ على الجسم وتميلُ إحداهما عن الأخرى براوية مُعَيَّنة تقعُ المُحَصَّلَةُ بين القوتين.



مريد غمالي من قداماء المصريين يجرون كتلة صخرة من الصخر بمُحَصَّلَةِ قوتين مُراويتين.



المُحَصَّلَةُ تُخَرُّ الكتلة إلى الأمام

## مُتَوَازِي الْقَوَى

إذا أثرت قوتان في جسم باتجاهين مختلفين، وبراوية معيّنة بينهما، يُمكننا إيجاد مُحَصَّلَتِهِمَا برسم مُتَوَازِي أضلاع يُمثِّلُ الضلعان (أ) و (ب) فيه مقدار واتجاه القوتين. ثم نكمل المُتَوَازِي برسم الضلعين (ج) و (د) مُوازيين لـ (أ) و (ب) على التوالي حينئذ يُمثِّلُ القطرُ (هـ) مقدار واتجاه المُحَصَّلَةِ



عندما يحدث قصيبا المغنطيس الكريّات الفولاذيّة بقوتين متساويتين ومُتَصَادِمَتَيْن، تبقى الكريّات ساكنة في مواقعها ولا تتحرّك نحو أيٍّ من المغنطيسين

## قوى الإبحار الشراعي

يُسيّرُ السَّاحِرُ مراكبهم الشراعية في الاتجاه الذي يريدونه بمحضِ الطَّرَقِ عن اتِّجاهِ هبوبِ الرِّيحِ ذلك لأنَّ هناك قوتين نتصاعان لإنتاج مُحَصَّلَةٍ تدفعُ المركبَ في الاتجاه المُعَيَّن: القوة على الأشرعة، وهي تعتمد على اتِّجاهِ الرِّيحِ وعلى موقع الأشرعة، والقوة التي يُنتِجها صالِبُ القاعدة وهي تمنعُ انحرافَ المركبِ جانبيّاً.

## رَفْعُ الْأَثْقَالِ

إذا أثرت قوتان مُخْتَلِفَتَا المِقْدَارِ في جسم في اتجاهين مُتَصَادِمَيْن، فالاتجاه المُحَصَّلُ هو اتجاه القوة الأكبر. لذلك يُجْهَدُ رافعُ الْأَثْقَالِ في بَذْلِ قُوَّةٍ دفعٍ قُصْوَى على انْقِلَابِ الرِّمَادِ رَفْعَهُ، في حين يشدُّ الثَّقْلَ بوزنه إلى أسفل. إنَّ على رافع الْأَثْقَالِ أن يبذلَ قُوَّةً دفع أكبر من وزن الثَّقْلِ كي يستطيع رَفْعَهُ. أمّا إذا كانَ وَزْنُ الثَّقْلِ هو الأكبر من الثَّقْلِ سبَقَتْ مُرْتَدّاً إلى الأرض.



## القوى المتساوية المتضادة

إذا سلَّطت قوتان على جسم في اتجاهين مُتَصَادِمَيْن مُحَصَّلَتُهُمَا هي الغَرْقُ بينهما وتؤثّر في اتجاه القوة الأكبر. وإذا كانت القوتان مُتَسَاوِيَتَيْنِ، فإنَّهما تتعادلان - أي تُعَادِلُ إحداهما الأخرى، وتكونُ المُحَصَّلَةُ صِفْراً، فلا يحرّكُ الجسم.

## القوى المتساوية

عندما تشدُّ القوى في اتجاه واحد مُحَصَّلَتُهَا هي مجموعها. فإذا غولت قاطرتان معاً على حَرِّ قطار في الاتجاه نفسه، فإنَّ قُوَّتَيْهِمَا نتصاعان، وتكونُ المُحَصَّلَةُ ضعفَ قُوَّةِ القاطرة الواحدة

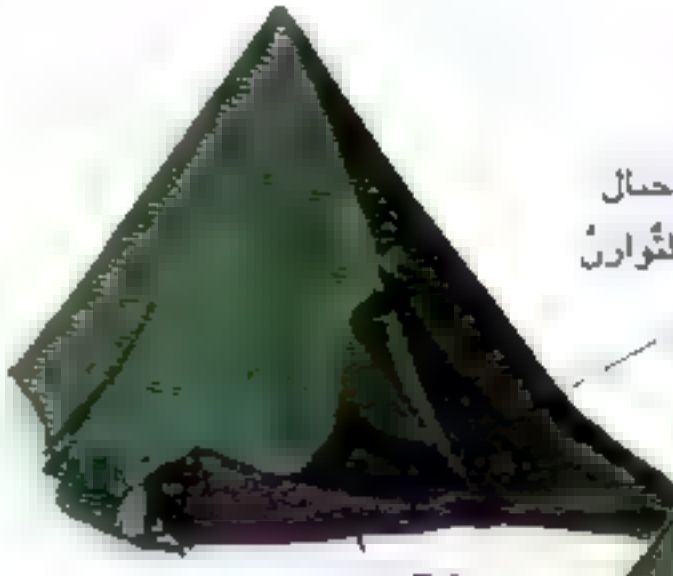


### لمزيد من المعلومات انظر

- القوى ص ١١٤
- القوى في الموائع ص ١٢٨
- الظفر والمغناطيس ص ١٢٩
- المغناطيسية ص ١٥٤
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



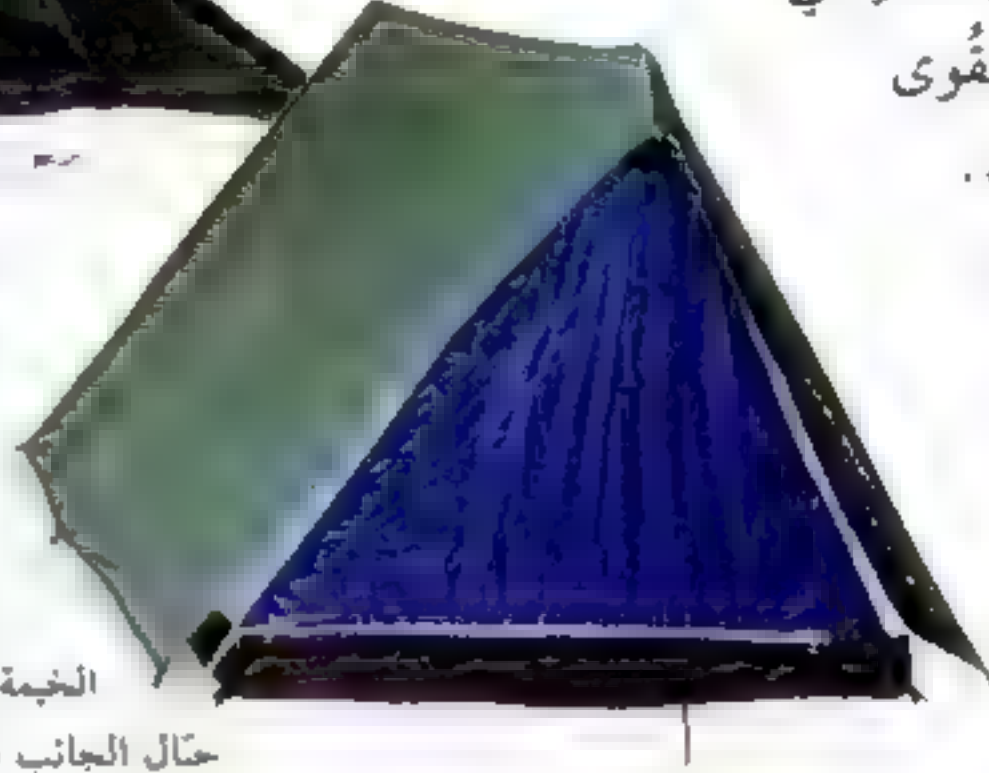
# القوى المتوازنة



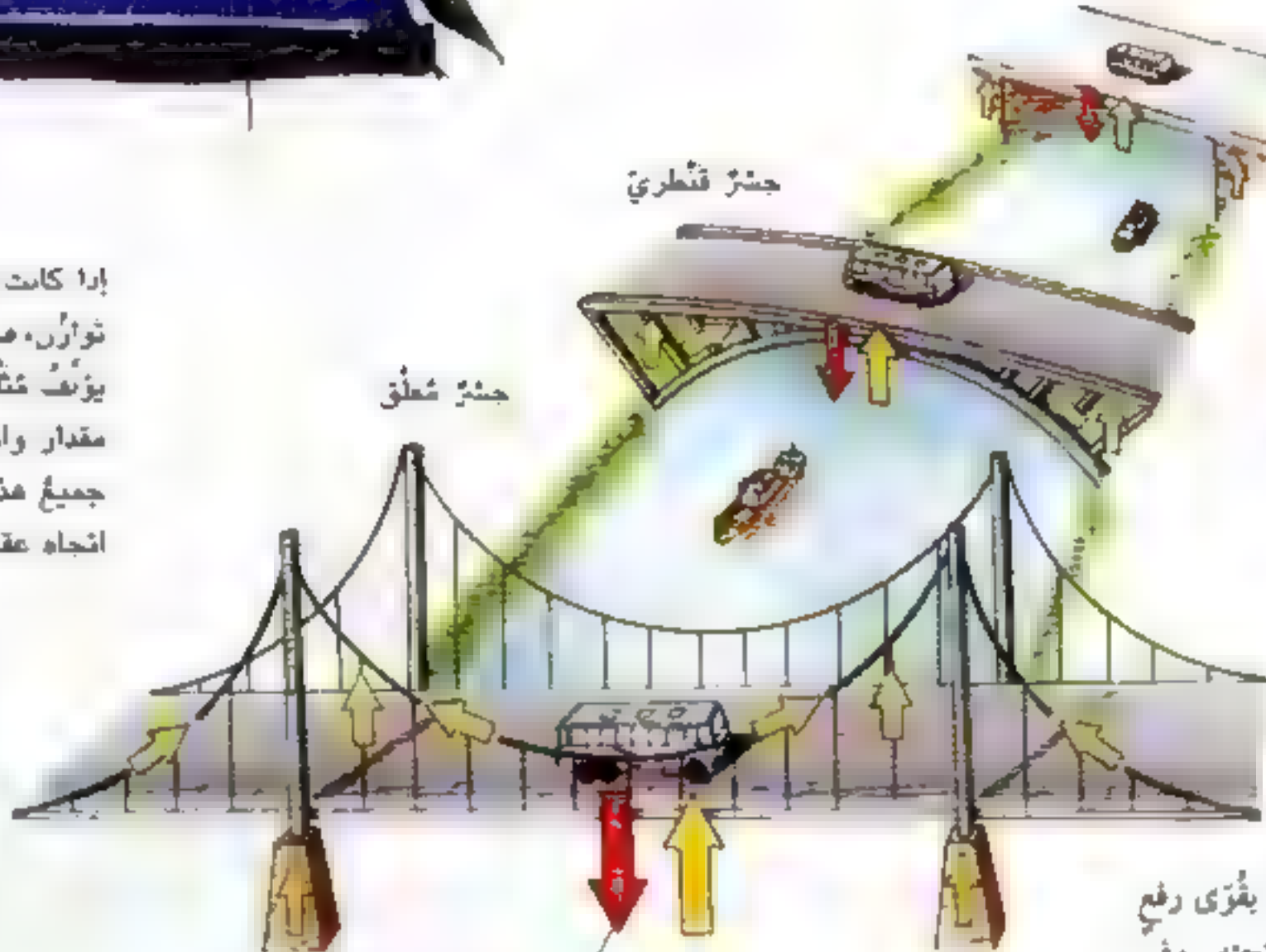
إذا انقطع أحد حبال الخيمة، يحتل الثوارون وتنهال الخيمة.

إذا سُلطت قوة على جسم ولم يحدث شيء، فهذا يعني أن القوة المسلطة توارثها قوة أخرى. ففي لعبة شد الحبل مثلاً، قد يشد كل من الفريقين بجهد وقوة بالغين والحبل باقٍ في موضعه. ذلك لأن قوى الفريقين متعادلة؛ فهما يشدان في اتجاهين متضادين بقوى متساوية، بحيث يكون الناتج الإجمالي لقوى الفريقين محصلة صفرية فنقول إن الحبل أو الجسم في حالة توازن. وحين تجلس أنت على كرسي، فإنك تصغط عليه إلى أسفل بقوة تعادل وزنك وإذا لم يتقوض الكرسي، فذلك لأنه يدفع إلى أعلى بقوة مساوية لوزنك.

شد الجبال في الخيمة  
عندما نصب الخيمة بشكل صحيح تُرسبها جبالها المشدودة من مختلف جوانبها، فلا تقوض. فالجبال من كل جانب في الخيمة تشد في اتجاه متضاد لشد حبال الجانب الآخر، فتتوازن شدادات الخيمة من كافة الجوانب وتُرسبها.



إذا كانت ثلاث قوى في حالة توازن، فإن رسمها بقياس يسوي يُوَفِّقُ مثلثاً - تمثل فيه الأصلاع مقدار واتجاه القوى، وتكون جميع هذه الاتجاهات موحدة في اتجاه عقارب الساعة أو عكسه.



الوزن الشاق إلى أسفل يواحه قوة دفع إلى أعلى.

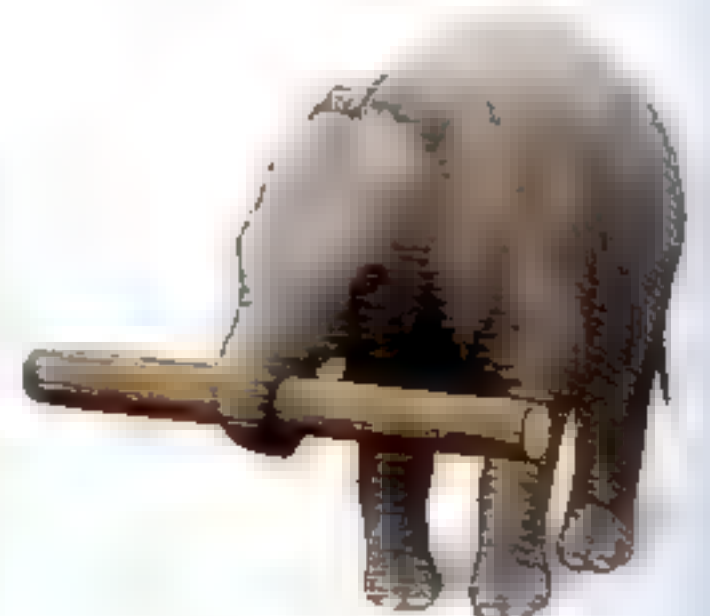
بناءً الجسور  
تُبنى الجسور بمواصفات مُحَدَّدة يستطيع حمل أوزانها هي وأوزان حركة المرور الكثيف عبرها دون أن تنهار. فلا بد أن توارث قوى الشد المتوقعة إلى أسفل بقوة الدفع إلى أعلى. أُنشِط أنواع الجسور هو الجسر القوسي (الأقواس الغوارض) المدعم بـسُحْرٍ من كل طرف أما في الجسر المعلق فيدعم الوزن بقوى دفع من الكيبلات فوقه كما في الأبراج تحت. وفي الجسر القنطري، تُثَقِّلُ إنشاءات القنطرة المقوسة الوزن إلى الدعائم في طرفي

## المثلث هو الأيمن

الشكل المثلثي هو الأيمن كوحدة بناء؛ فهو فريد في مقاومته للانحناء أو التواء والانهيار تحت الضغط. لذا يُصنَّم الكثير من المباني والجسور على أساس أشكال مثلثية. إن انقطاعات المثلثية في القبة الرادارية أعلاه، تسمح ببنائها من الزجاج الليفي، الذي هو، بخلاف الخرسانة، شفافٌ للأمواج اللاسلكية.

## القوى في الأبنية

يُصنَّم مهندسو العمارة الأبنية بحيث تكون القوى المؤثرة على جدرانها وأساساتها متوازنة، وإلا تعرضت للانهيار. ويُلاحظ أن الحُدُودَ الخارجية لكثير من كاتدرائيات العصور الوسطى مستدة بدعائم رافعة تنصب عالياً من الأرض لموازنة تلك الحُدُودَ في حمل وزن السقف الهائل. وفي الصورة المرفقة بعض أكثر هذه الدعائم تعقيداً في كاتدرائية لمان، بفرنسا!



## حمل الحبل

كَمْ يَتَمَكَّنُ العِلمُ من حمل جذع الشجرة سعي أن يرمعه شاقولاً موهبة شد إلى أعلى نريد قليلاً على وزن الجذع أي القوة التي نشده سحلاً وقوتنا لتصاداتنا تعادلاً إذا كانتا متساويتين ومُساوئتين

### لمزيد من المعلومات أنظر

- تصميم المواد ص ١١١
- القوى ص ١١٤
- القوى والحركة ص ١٢٠
- الجابية ص ١٢٢
- قوى الدوران والتدوير ص ١٢٤
- الراديو ص ١٦٤



# السرعة

## السرعة النسبية

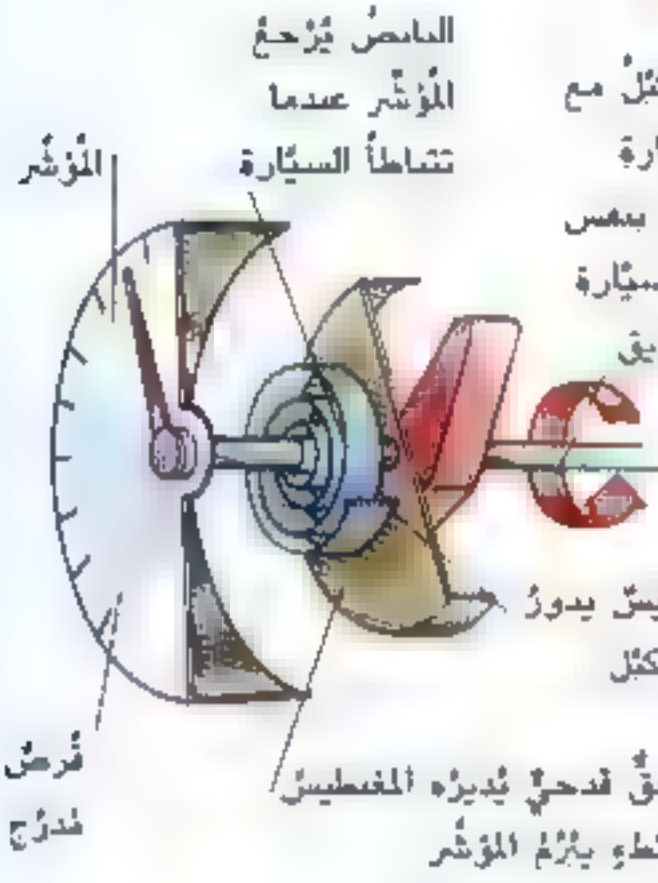
السرعة النسبية لحسمين متحركين هي السرعة التي يبدو أن أحدهما يتحرك فيها عندما يُرصد من الجسم الآخر فالسرعة النسبية لسيارتين متحركتين بالسرعة نفسها في الاتجاه نفسه تساوي صفراً.



يدور الكتل مع عمود إدارة الدواليب بنفس سرعة السيارة على الطريق

## عداد السرعة

يقي عداد السرعة في السيارة السرعة الآتية - أي السرعة التي تسير بها السيارة في تلك اللحظة وتدار عداد السرعة بواسطة كابل متصل بعمود إدارة الدواليب



الباص يُزحج المؤشر عندما تتباطأ السيارة

طائر يطلق أفقياً - ٩٠ كم/سا

رؤف سباق إلى - ١٦٦ كم/سا

مهد - ٩٦ كم/سا

إنسان - ٣٦ كم/سا

أرنب - ٤٠ كم/سا

خلود - ٠,٠٥ كم/سا

عندما نقول إن سيارة تسير بسرعة ٥٠ كم في الساعة فذلك يعني أن السيارة تستغرق ساعة من الوقت لتقطع مسافة ٥٠ كم. وهذا صحيح فقط إذا كانت السيارة تسير بسرعة ثابتة - أي بالسرعة نفسها دون تغيير. لكن السيارة في رحلة حقيقية تُبطئ أحياناً، وتُسرع أحياناً أخرى؛ لذا فيمن المفيد احتساب معدل السرعة. فإذا قطعت السيارة ٢٠٠ كم في ساعتين، عندئذ يكون معدل سرعتها ١٠٠ كم في الساعة - أي المسافة المقطوعة مقسومة على الزمن. السرعة، علمياً، لا اتجاه مُحدد لها، لذا فهي كمية لا موجهة. أما السرعة في اتجاه مُحدد، فتعرف بالسرعة الاتجاهية وهي كمية موجهة.

انشرح القطارات السريعة - ٥١٥ كم/سا

طائرة مقاتلة - ٢٩٥٢٩ كم/سا

سيارة لسباق تُرشد ٢ حاملة الرقم القياسي للسرعة الأرضية - ١٠١٩ كم/سا

سرعات مختلفة يسري الضوء بسرعة ٣٠٠ ألف كم في الثانية، ويسير الكسلا، وهو من حيوانات أمريكا الاستوائية، بسرعة لا تتجاوز ١٢٠ مترًا في الساعة حتى إنه لمن الصعب أن تراه وهو يتحرك ببطء ويسمونه إلك السرعات المختلفة لبعض الأشياء

سيارة رياضية - ٢٢٥ كم/سا

## توقيت الإنهاء

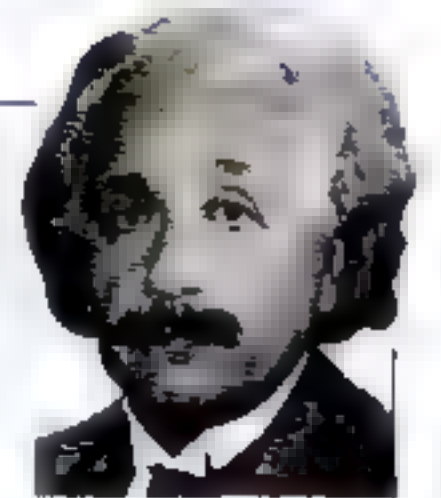
في نهاية السباق، يهرّ الرياضيون أمام مُصدرة هوائية تلتقط صوزهم، طوال فترة الوصول، مؤقتة ساعة حاسوبية مصبوبة لخرء من ألف من الثانية وبعد التظهير، تُبَيّن الصورة العنبر في السباق والوقت الذي سجله.



## ألبرت أينشتاين

ألبرت أينشتاين (١٨٧٩-١٩٥٥) أحد أعظم العلماء على مرّ القصور ولد في ألمانيا، وهو صاحب نظرية النسبية المشهورة. أصبح أستاذًا

للفيزياء في جامعة برلين، وبال جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٢١. ترك أينشتاين ألمانيا واستقر في الولايات المتحدة الأمريكية. وتعتبر نظريته في النسبية الخاصة والعامة أساس أفكارنا عن الكون.



## النظرية النسبية

عام ١٩٠٥، نشر أينشتاين نظريته النسبية، التي تنظر بأن مرور الزمن يبدو بطيئًا على جسم يسير بسرعة تقارب سرعة الضوء. وأن لا شيء في الكون يستطيع السير أسرع من الضوء. فالساعة في قطار يطلق بسرعة تقارب سرعة الضوء، تبدو بطيئة الحركة لشخص خارجة. وقد اكتشف أينشتاين أيضًا أن الماتة يمكن أن تُحوّل إلى طاقة؛ وهذا بالفعل هو مصدر الطاقة في انفجار ذري أو في مُفاعل نووي



## لمزيد من المعلومات انظر

- خضع القوى ومُحصلاتها ص ١١٦
- التسارع ص ١١٩
- الطاقة لونية ص ١٣٦
- الصوت ص ١٩٠
- التصوير المتوهم عراقي ص ٢٠٦
- دورة حياة النجوم ص ٢٨٠
- الحركة ص ٣٥٦



# التسارع



تتخرج الكرة  
إلى الأمام عندما  
يتسارع الطبق  
إلى الورا.

تتخرج الكرة  
إلى الورا عندما  
يتسارع الطبق  
إلى الأمام.

## تطبيقات على التسارع

يساعد جهاز الطيران الأوتوماتي قادة الطائرات الحديثة في قيادة طائراتهم. ويضم هذا الجهاز مقياس تسارع يتحسس التغير الحاصل في سرعة الطائرة - عمودياً أو أفقياً - فإذا تسارعت الطائرة في اتجاه ما، يتحرك جزء من مقياس التسارع في الاتجاه المضاد إلى حد ما ككرة في طبق - فيكشف حاسوب هذا التحرك ويعيد الطائرة إلى مسارها المحدد.

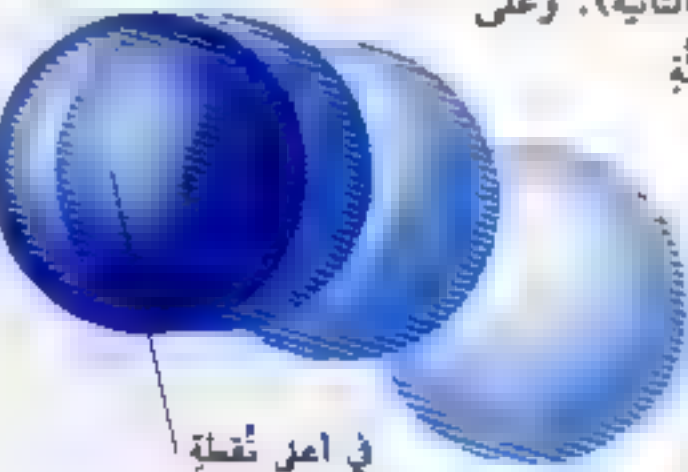
## السرعة النهائية

كل جسم ساقط، كالمظلي الجوي، يتسارع أثناء السقوط لأن جاذبية الأرض تسرع كافة الأجسام الساقطة بحرية بمعدل ثابت مقداره ٩,٨ في الثانية في الثانية. (أي تزداد سرعة الجسم الساقط ٩,٨ في الثانية لكل ثانية). لكن الجسم لا يمكنه السقوط بحراً بحرية، لأن الاحتكاك بينه وبين الهواء (أي مقاومة الهواء) يؤثر ضد الجاذبية. وترداد مقاومة الهواء كلما ازدادت سرعة الجسم الساقط. وعندما تعادل مقاومة الهواء قوة الجاذبية، يتوقف تسارع الجسم ويتابع سقوطه بسرعة مطردة، ندعى السرعة النهائية.

## مسابقات التسارع

يُحسب التسارع بقسمة تزايد السرعة على الوقت المأرم لبلوغ تلك السرعة. ويقاس بوحدات مُعينة كالكيلومتر في الساعة في الثانية مثلاً. هي مسباق التسارع مثلاً، قد تسارع السيارة من صفر إلى ١٧٦ كم/سا في ٤,٨٨ ثانية (أي ٩٧,٥ كم/سا في الثانية). وعلى

السائق استخدام مظلة  
تقاصر ليوقت السيارة  
قبل بهاية المصمار



في أعلى نقطة  
الإزدياد تكون  
سرعة الكرة صفراً.



عندما تزايدت سرعة السيارة، يقال إنها تسارع. وإذا كنت مسافراً في سيارة وتسارعت فجأة فإنك ترتد في مقعدك إلى الورا. تسارع السيارة عندما يضغط السائق دواسمة المعجل بقدمه؛ وبازدياد ضغطه، يزداد تسارعها. التسارع قياس لمقدار تزايد السرعة، فإذا تناقصت السرعة يكون التسارع سلبياً، ويُعرف عندئذ بالتقاصر. ويحدث التسارع والتقاصر عندما تسقط قوة غير موازنة على جسم متحرك في اتجاه مساره.

السرعة	٩	١٤	٢٣
٤٨ كم/سا			
السرعة	١٥	٢٨	٥٣
٨٠ كم/سا			
السرعة	٢١	٧٥	٩٦
١١٨ كم/سا			
تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة
تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة
تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة	تدعى مسافة

## مدى مسافات التوقف

من ضمانات السلامة في السيارات قدرتها دوماً على التسارع أو التقاصر بسرعة. والمكابح الجيدة ضرورية بنوع خاص، لأنه بزيادة سرعة السيارة، وزيادة حمولتها، تزداد صعوبة إيقافها. ويُنصح أعلاه مسافري التوقف الدنيا لسيارة متوسطة في حالة توقف طارئ - عندما أن مسافة التفكير هي المسافة التي تقطعها السيارة قبل أن يعتمد متعكس السائق فعلاً إلى إعمال المكبح، ومسافة الكبح هي المسافة التي تقطعها السيارة بعد إعمال المكبح. ونلاحظ أن مسافة التوقف الدنيا للسيارة المطلقة سرعة ١١٨ كم/سا أطول من ملغ كرة القدم!

ترتد الكرة المنتطبة إلى  
خلف أحفص مرّة بعد  
الأخرى لأنها تخسر  
الطاقة تدريجياً.

تتسلط الكرة من اليسار  
إلى اليمين

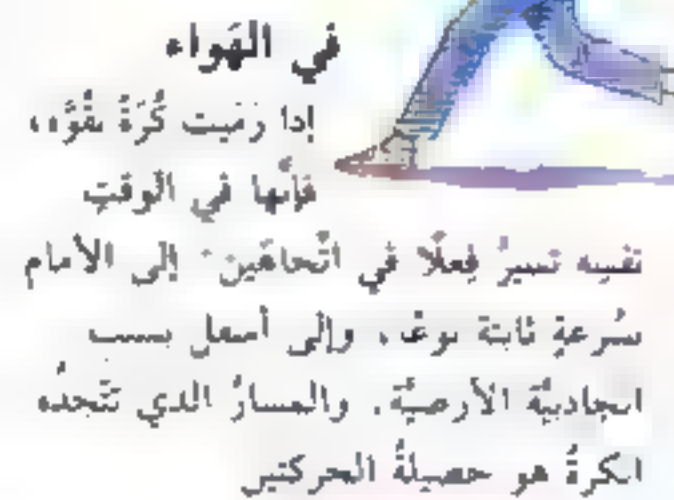
## الكرة المنتطبة

تسارع الكرة المنتطبة سقوطاً وتقاصر سقوطاً. فأناء سقوطها تقطع مسافة أكثر لكل عُشر من الثانية؛ وأثناء صعودها تقطع مسافة أقل لكل عُشر من الثانية. وفي الملغ الأقصى لكل ارتداد، تبلغ الكرة حالة السكون لحظة من الزمن.

## لمزيد من المعلومات انظر

السرعة ص ١١٨  
الاحتكاك ص ١٢١  
الجاذبية ص ١٢٢  
قياس القوى ص ١٢٣  
الشغل والطاقة ص ١٣٢  
القوانين ص ٢٩٩





القُصُورُ الذَّاتِيَّةُ (المطالعة)

يدفع هريق الشَّلح راحته بشدة لئلا  
تحركها، ثم يتابع الدفع لتزايد  
سرعتها إلى نزعة الرُّاحة لمقاومة  
وضبع السكوني أو الحركي  
تدعى العطالة أو الفُصور  
الذاتي. والأجسام جميعها ذات  
فُصور ذاتي يزداد بزيادة كتلتها



يبقى الصغد  
سالكنا ما لم تؤثر  
فيه قوة غير  
خوارمة.

تَنْزُلُ غِصَلَاتُ سَاقِي  
الصَّبْعِ قُوَّةَ تَدْفَعُهُ  
فِي الْهَوَاءِ

القوة التي تدفع الصفح  
ضخما في الهواء ترافيقها قوة  
رد فعل مساوية ومضادة  
تدفع ورقة النيلوفر (رقيق  
الماء) تروولا.

### قانون نيوتن الثالث

يُضْرَقُونَ ثَلَاثَ عَلَى  
أَنْ لِكُلِّ بَعْلٍ رُدٌّ بِعِلِّ مُسَوِّدَةٍ فِي  
الْمِقْدَارِ وَمُضَادٌّ لَهُ فِي الْأَنْجَاءِ. مَاتَ  
حِينَ يَدْفَعُ أَوْ تَحْرُجُ حَسَنًا مَا، فَالْحِسْمُ بِدَوْرِهِ يَدْفَعُكَ  
أَوْ يَحْرُكُ بِالْمِقْدَارِ مَعَهُ

## كمية التحرك

لِكُلِّ جَنْمٍ فَتَحْرُكُ كَمَيْه  
تَحْرُكُ ثَانَةً يَظُلُّ مُحْصَا  
بِهَا مَا لَمْ تَوْفِّرْ فِيهِ قُوَّةُ  
مَلَكِي تَلْفِظُ كَرَّةً مُتَّجِهَةً  
بِحُوكِ، عَلَيْكَ أَنْ تَدُنْ  
قُوَّةً تُصَدُّ كَمَيْهَ تَحْرُكِيهَا  
وَتَوْفِقُهَا لِكُلِّ الْكُرَّةِ

عبد اربطها بيدك، تدل  
بدورها قوة تغير كمية تحرك  
يدك وكمية التحرك التي  
تكسبها يدك تساوي كمية  
تحسرها الكرة وتردأ كمية  
ازدياد كتلة الجسم وسرعته

## قانون نيوتن الثاني

يَنْشُ قَابُودُ بِيوتِ الثَّانِي عَلَى أَنَّهُ إِذَا سُلِطَتْ قُوَّةُ عَلَى  
جِسْمٍ فَإِنَّ الْجِسْمَ قَدْ يَبْدَأُ بِالتَّحَرُّكِ أَوْ بِالسَّارِعِ أَوْ  
بِتَقَاعَرٍ (بِشَاطَا) أَوْ بِعَبْرٍ اِتِّجَاهَهُ، وَيَسَاسُ تَعْيُرُ كَثِيَّةِ  
الْحَرَكَةِ مَعَ الْقُوَّةِ وَتُحَدُّ اِتِّجَاهُهَا

## قانون نيوتن الأول

الضدعُ لغائر من ورقة السموهر الطامية  
يُوضَعُ عملياً قوسين الحركة لبونز. القانون  
الأول ينص على أن الجسم يعل في حالة  
سكون أو حركة مُتَظَمَّة في حِطَّ مُستقيم، ما  
لم تؤثر فيه قوَّة تُغيِّر وضعه.

إسحاق نيوتن

إسحق نيوتن (١٦٤٢-١٧٢٧)، أحد أعظم  
العلماء على مرِّ العصور، وُلِدَ في لينكِنشَاير،  
بإنكلترا. وقد أُرْسِلَ إلى جامعة كيمبردج عام  
١٦٦١ لكتبة، حينَ ضَرَبَ الطاعونُ مدينةَ  
كيمبردج، خلالَ العامينَ ١٦٦٥-١٦٦٦، عَادَ إلى  
مَسَقَطِ رأيه حيثُ حَقَّقَ أَهْمَ اكتشافاته، فصاغَ  
قوانينَ الحركةِ المعروفةَ باسمه، واحتجَّ حسابَ  
التكامل والتفاضل لكي يُعزَّزَها. كما إنَّه (في قانونه)  
كيف أنَّ الجاذبيَّةَ تُبقي الكواكبَ في مداراتها حَوْلَ  
بالدفعِ معَ المَشاهيرِ في دَيْرِ وِستمنستر بلندن.



التَّكْمُلُ وَالْفَضْلُ لَكِي يُغْتَرَّ بِهَا كَمَا أَنَّهُ (فِي قَانُونِ الْجَادِيَّةِ الْعَامِ) شَرَحَ  
كَيْفَ أَنَّ الْجَادِيَّةَ تُبْقِي الْكَوَاكِبَ فِي مَدَارَاتِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ وَقَدْ كَرَّمُ بِيوتِنَ  
بِالدَّفْنِ مَعَ الْمَشَاهِيرِ فِي دَيْرٍ وَشُمُوسْتَرِ بَلْتَدَنَ.

الطريقة القصوى لالتقاط الكرة هي ان  
ترتد معها رجوعاً بحيث يدوم  
الارتباط مدة أطول فتقل القوة.



لمزيد من المعلومات انظر

الْقَوَى ص ١١٤  
 التَّسَدُّعُ ص ١١٩  
 الْحَادِيَّةُ ص ١٢٢  
 الْمُحَرَّكَاتُ ص ١٤٣  
 الْمُشْتَرِي ص ٢٩٠  
 لُطْفُ الشَّعْبِي ص ٢٨٣  
 التَّمَثُّلَاتُ ص ٣٢٨

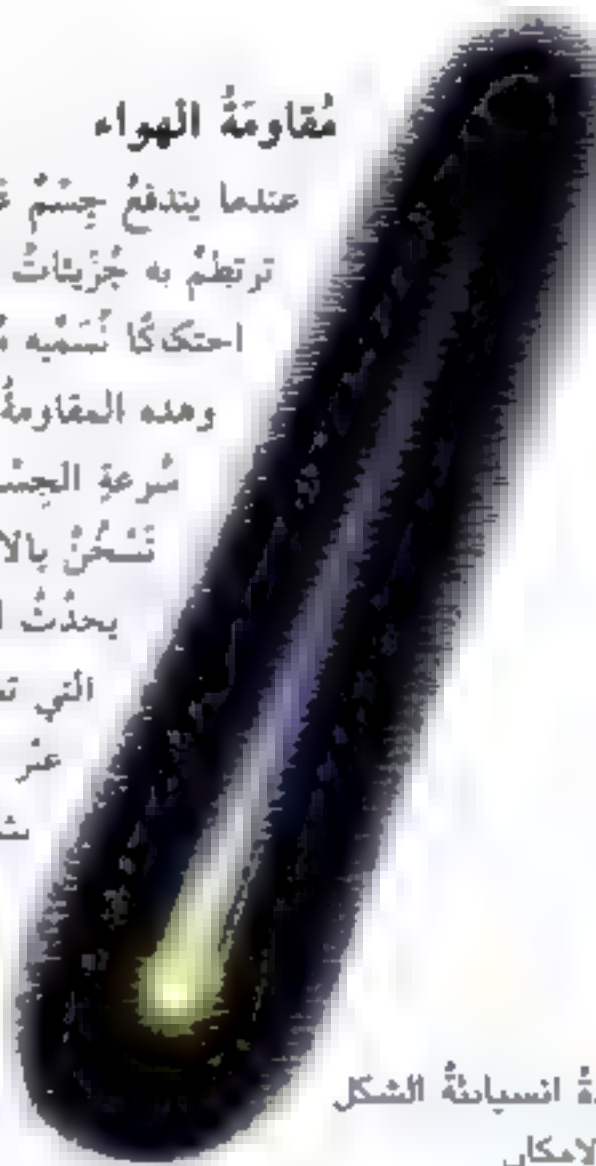


# الاحتكاك

من الصعب أن تجرَّ جسمًا ثقيلًا فوق سطح خشن؛ لأنَّ قوَّة الاحتكاك بين السطحين تقاوم ذلك. السطحان أملسان تمامًا لا يحدث بينهما احتكاك، لكنَّ هذا لا يوجد في الواقع. فاحتكاك يحصل بين أيَّ سطحين يتزلق واحدُهما على الآخر لأنَّ القطع الخشنة في سطحيهما، مهما كانت دقيقة، تعلق فيما بينها. وتزدادُ قوَّة الاحتكاك كلما ازدادت خشونة السطحين. الاحتكاك يجعلُ جرَّ الأثقال الكبيرة صعبًا. ويُسبِّب الاحتكاك المتواصلُ الحثَّ حتَّى في المعادن والفلزَّات. ولكنَّ للاحتكاك فوائدُه أيضًا، فبدونه يستمرُّ كلُّ شيءٍ بالانزلاق إلى ما لانهاية؛ ولن تستطيع أيدينا قبض الأشياء ولن نتمكن من المشي إذ سنزلق كالمتزلجين عند أول خطوة نقوم بها.

## مقاومة الهواء

عندما يتدفق جسمٌ غير الهواء، ترتطم به جزيئات الهواء مُحدثة احتكاكًا تُسميه مقاومة الهواء وهذه المقاومة تتعاظم بازدياد سرعة الجسم. الأشياء تسخن بالاحتكاك، كما يحدث للشهب والبارك التي تحترق أو تنكك عن جوِّ الأرض شدة احتكاك



الحوذة انسيابية الشكل قدر الامكان

مفصلا المقود شعبيان ممدو حشمة لزيادة الاحتكاك وتشد يد قنصة يدي الزاكن عليهما.

يشد طارا الدولاين بالطريق مفصل الاحتكاك: كما يسمح بسق تحرير قداسيها للماء بالاملات من تحتها، فلا ينزقان يتوالجد ماء عن الطريق يحفف الاحتكاك.

يسري الزئيث الى داخل دقفره السطوح الحشمة

يحني راكبي الدراجة بجسمه الى امام فتحتا شكلا انسيابيا مشيفا لتقليل مقاومة الهواء

تصطف بيوت (لقفا) المكبح على حناير الدولاين مشطو حركته بالاحتكاك

## الاحتكاك في كل مكان

تؤثر قوى الاحتكاك في عدة أماكن في الدراجة. فالاحتكاك في بعض الأجزاء كبيت المكبح وحذري لدولاين مهم وضروري بينما في أجزاء أخرى كمشبات، فهنا أن يكون الاحتكاك في حدوده الدنيا



سطوح الدواستين الحشمة والشديدة الاحتكاك تمنع قدسي الدراج من الانزلاق

مزيث المشبات والسلسلة لتقبل الاحتكاك

## كريستوفر ككريل



المهندس البريطاني، كريستوفر ككريل (المولود عام ١٩١٠) اخترع الحوامة عام ١٩٥٥. وكان عماد فكرته استخدام نوافير تنفث الهواء إلى أسفل بقوة عظيمة ترفع المركب فوق سطح الماء أو اليابس السهل فينسب دون احتكاك بهما. وحين أنيا ككريل الحكومة البريطانية باحترائه اهتم المسؤولون بالامر واعتبروه بالغ السريرة لكنه لاجفا، أعطي الإذن بتصنيع المركب الجديد؛ فكان أن أنزلت إلى البحر أول حوامة كبيرة عام ١٩٦٩.

يشطط الهواء وتنفث بقوة تحت الحوامة، ويشتع شروته لباري مروحي حول بدن المركبة فتشعل الحوامة فوق محدبة هوائية تقلل الاحتكاك بينما تدمقها مراوح الدسر إلى الامام.



## الشكل الانسيابي في الطبيعة

تُعاني الأجسام السارية في الماء الاحتكاك أيضًا، وهو ما يعرف بمقاومة الماء فالطائر العاطس لا يقاط سمكة، يرم جناحيه إلى الوراء مُتحنا شكلا انسيابيا والمعروف أن غالبية الأسماك ذات أشكال مشفة انسيابية تُسرَّ حركتها في الماء

## تقليل الاحتكاك

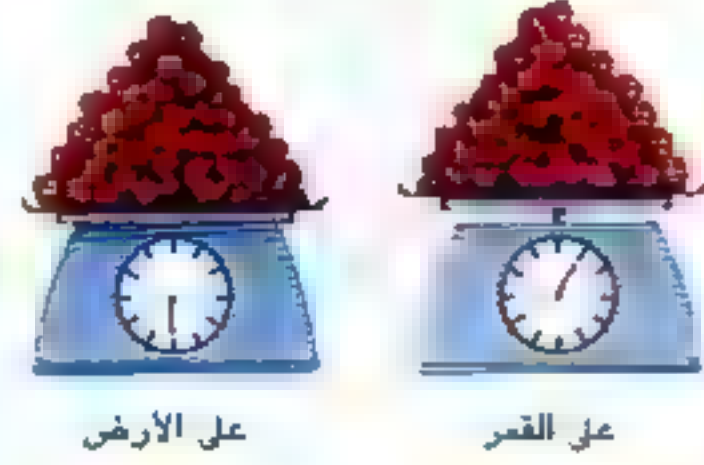
يُسبِّب الاحتكاك تأكل أجزاء المركبات بالحث، لكنه يُحفظ كثيرًا باستخدام محامل كُرَّات مرلقة أو مُعطاة بالزيت وتتميز محامل لكُرَّات بأنها تخرج بعضها على بعض بدل لشخ أو الحز.

## لمزيد من المعلومات انظر

التسارع ص ١١٩  
قياس القوى ص ١٢٣  
الميكات ص ١٣٠  
المحركات ص ١٤٣  
المُدَّات والتيازك ص ٢٩٥



# الجاذبية



على الأرض

على القمر

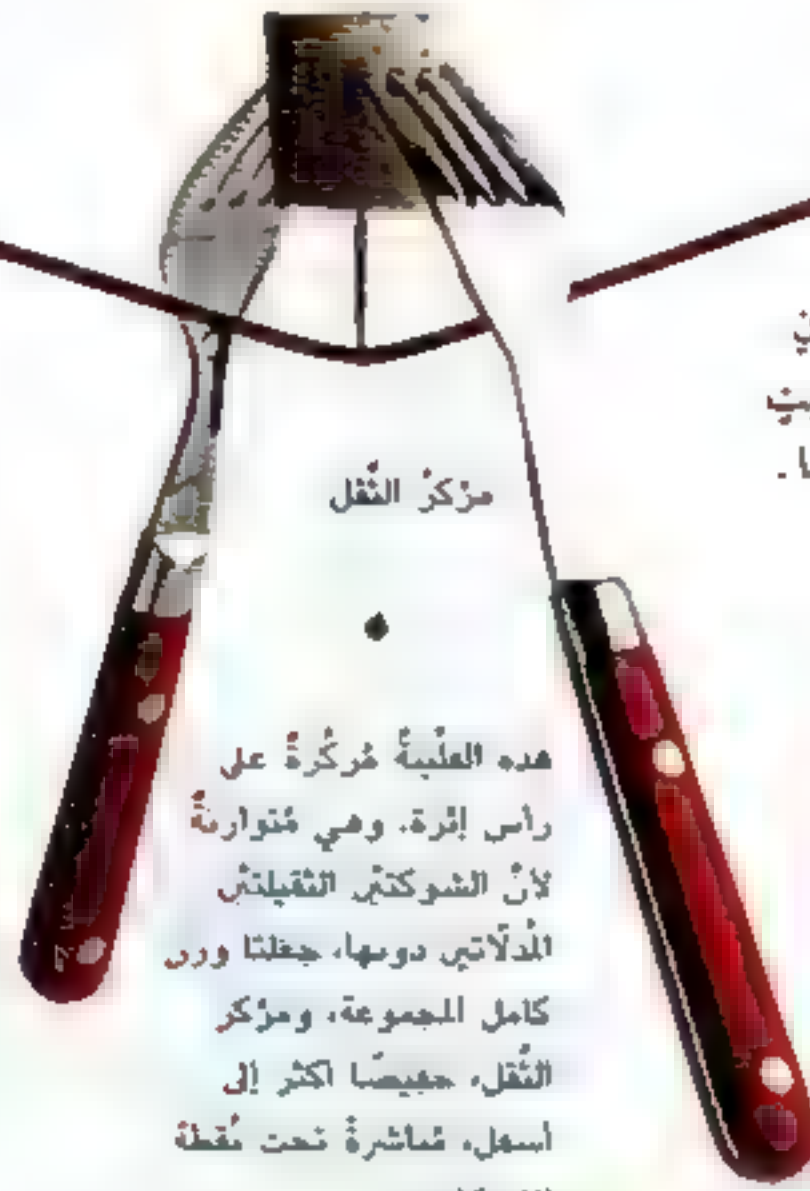
## الكتلة والوزن

الكتلة والوزن شيان مختلفان. فكتلة الجسم هي كمية المادة الداخلة في تركيبه وهي ثابتة، بينما وزنه هو قوة الجاذبية، على كتيته، وهي متغيرة. فمثلاً وزن كومة من الفريز على سطح القمر هو سُدسُ وزنها على سطح الأرض، لأن جاذبية القمر سُدسُ جاذبية الأرض.

إذا وقع منك شيء فإنه يسقط نحو الأرض، والقوة التي تسبب ذلك هي جاذبية الأرض. والجاذبية ليست مقصورة على الأرض، فجميع الأجسام تجذب بعضها جذباً متبادلاً. القمر له جاذبيته والشمس كذلك - وجاذبية الشمس هي التي تبقى الكواكب في المدارات حولها. قانون الجاذبية لنيوتن ينص على أن قوة التجاذب بين جسمين تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما.

## مركز الثقل

مركز ثقل الجسم هو النقطة التي يبدو أن تأثير الجاذبية، أو كامل وزن الجسم، مركّز فيها. ويمكن موازنة الجسم بتركيزه مباشرة في خط مسابك لمركز ثقله. وتكون لموازنة الأسهل إذا كان مركز ثقل الجسم خفيفاً.



مركز الثقل

هذه العلبة مركّزة على رأس إبرة. وهي متوازنة لأن الشوكات الثقيلتين الدالتين دوماً جعلتا وزن كامل المجموعة، ومركز الثقل، خفيفاً أكثر إلى أسفل، مباشرة تحت نقطة الارتكاز.

مركز الثقل

١. علّق الجسم وخيط الشاقول  
مقا من النقطة نفسها، ارسّم  
خطاً في موقع خيط الشاقول



خيط الشاقول

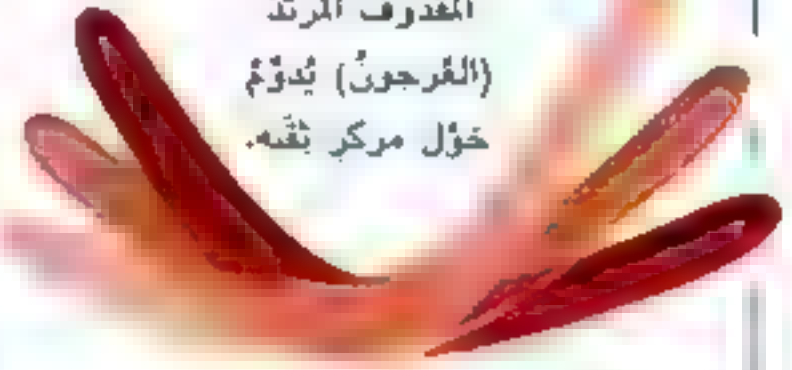
## تعيين مركز الثقل

تعيين مركز الثقل لجسم مسطح، كهذه الطائرة الورقية، أمر سهل. علّق الجسم وخيط الشاقول معاً واطرهما بترجّحان بحرية. عندما يستقران، يكون مركز الثقل تحت نقطة التعليق مباشرة في نقطة ما على خيط الشاقول. كرّر العملية بتعليق الجسم وخيط الشاقول من نقطة أخرى، فيكون مركز الثقل حيث يتقاطع الخيطان.

٢. علّق الجسم وخيط الشاقول من نقطة أخرى على الجسم، وارسّم أيضاً خطاً في موقع خيط الشاقول. فيكون مركز الثقل في نقطة تقاطع الخطّين.



المقدوف المرتد  
(الفرجون) يدوم  
حول مركز ثقله.



## المقدوف المرتد (الفرجون)

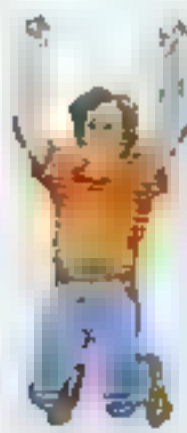
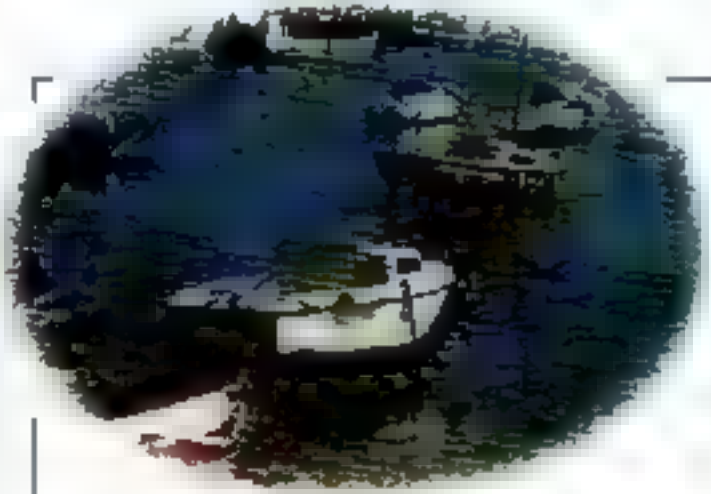
يقع مركز الثقل في بعض الأجسام، كالمقدوف الفرجوني خارج الجسم. وبسبب شكله، لا يمكن موازنة الفرجون بتركيزه على أي نقطة مفردة في جايه المسطح. لكن، على حرفه، يمكن موازنه إذا ركّز في نقطة متفرجة.

## المدّ والجزر (المدّر)

المدّ والجزر تُسببهما الجاذبية.

تجذب مياه المحيط في جانب الأرض الأقرب إلى القمر بجاذبية القمر مكونة المدّ. أما المدّ الحاصل، في الوقت نفسه، على جانب الأرض الأبعد

فسببه أن الأرض تجذب نحو القمر أكثر من مياه المحيط في ذلك الجانب. ويلاحظ أن تأثير الشمس في المدّ والجزر طفيف. وعندما يتساوت القمر مع الشمس في الجانب نفسه من الأرض تتجدد حاديتيها معاً فيحدث مدّ تام.



القمر عن الأرض

## لمزيد من المعلومات انظر

- قياس القوى ص ١٢٣
- قوى الدوران والدوير ص ١٢٤
- الحركة الدائرية ص ١٢٥
- الأمواج والمدّ والتيّارات ص ٢٣٥
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- الصواريخ ص ٢٩٩



# قياس القوى



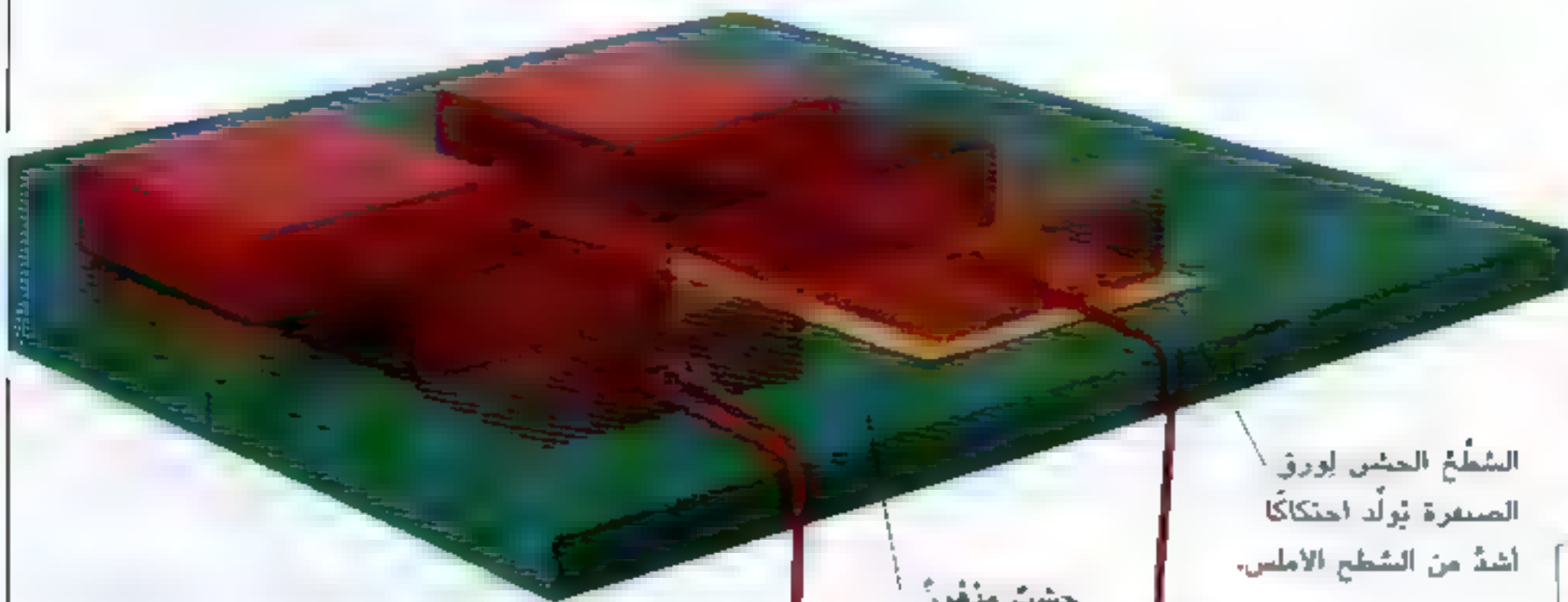
قاس كافدش  
بمقدار تحريك  
العائق ليحسب  
الجاذبة من  
الكوتير

## قياس الجاذبية

استخدم العالم الإنكليزي ميري كافدش (١٧٣١-١٨١٠) الحمار المش أعلاه ليحسب كتلة الأرض. بعد علق كرتين من الرصاص من طرفي عديتي يدور أضيافاً ثم عرّضهما لجاذبية كرتين كبيرتين من الرصاص على مقربة منهما. وتحريك الكرتين الصغيرتين احدياً دار العائق بمقدار معين مكن كافدش من قياس الجاذبية بين الكرتين. وبين ثم كتلة الأرض

## مقارنة القوى

ببساطة رفع كرة القدم قوة تبلغ حوالي ٤ نيوتن، أما قوة ركلها فتبلغ حوالي ١٠ نيوتن. وللمقارنة، شدة وحقة، فإن قوة التحريك الناتج في طائرة تبلغ ١٠٠,٠٠٠ نيوتن بينما تستعده الحشرة الصغيرة في قهرها قوة تقارب ٠,٠٠١ نيوتن



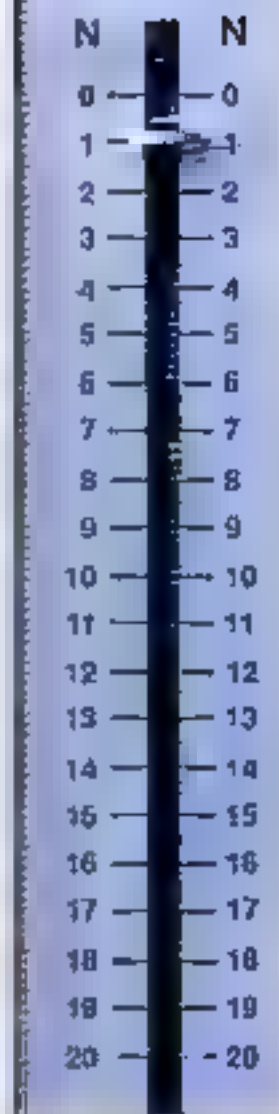
## قياس الاحتكاك

يمكن اختيار وقياس المقاومة الناتجة عن الاحتكاك في بيك نقل كتلة خشبية بكتل حديدية واربط المجموعة بخيط واحمله بتدلي فوق حافة طاولة. جد مقدار الوزن اللازم لتحريك المجموعة فوق سطوح مختلفة يعتمد الاحتكاك على نوعية السطوح المصاحبة وعلى وزن الكتلة المتحركة أما مساحات السطوح المتماثلة فلا تزيد ولا تنقص مقدار الاحتكاك



السطح الخشن يورق  
الصغيرة تولد احتكاكاً  
أشد من السطح الأملس

يتطلب جر الكتلة  
فوق وزن الصنفرة  
وزناً أكبر



وزن  
الثقافة أقل  
من نيوتن  
واحد بقليل

## ميزان نيوتني التدرج

يمكن إعطاء فكرة عن النيوتن كوحدة قياس بأنه القوة اللازمة لرفع تصحية صغيرة بالقوى التي لا تزيد على ١٠٠ نيوتن. يمكن قياسها باستخدام ميزان نيوتني التدرج فامتداد النابض بداخله يجر المؤشر برولا مقابل مقياس مدرج يبين مقدار القوة المأطة - وهو ما وزن الثقافة



## روبرت هوك

أشهر ما يُذكر به العالم الإنكليزي روبرت هوك (١٦٣٥-١٧٠٢) قانونه حول امتطاط الأجسام المرنة. لكنه كان أيضاً صانع آلات ماهرة، ساعد في تحسين آلات علمية متعددة كالمجهر (الميكروسكوب) والمقرب (التلسكوب) ومقياس الضغط الجوي (البارومتر). وقد صمم منظومة تلغرافية، وساعة تعمل بنابض متذبذب بدل البندول. وفي العام ١٦٦٥، نشر كتاباً يحوي رؤوساً للحشرات التي عاينها تحت لميكروسكوب.



مجهز  
قوى

## لريد من المعلومات انظر

- حصائص المادة ص ٢٢
- الاحتكاك ص ١٢١
- الجاذبية ص ١٢٢
- الاهتزازات ص ١٢٦



# قوى الدوران والتدوير

عندما تُديرُ مقودَ الدراجة، فإنك تشدُ جانبًا منه وتدفعُ الجانب الآخر. وهذا مثالٌ على القوى المُردوجة أو قوى الأزواج في الدوران والتدوير. أما النُقطة التي يدورُ حولها الجسمُ فتُدعى المُرَكزَ أو محورَ الارتكاز. ويمكنُ لقوةٍ مُفردة أن تديرَ الجسمَ إذا سُلطت على بُعدٍ مُعيَّن من مُرتكزٍ ثابت. فانت عندما تفتحُ صفيق الباب تُسلطُ قوةً مُفردة على قبضته تجعله يفتحُ دائرةً حولُ المُفصلة التي هي محورُ ارتكازه. ويعتمدُ تأثيرُ قوة التدوير على مقدارها وعلى بُعد نُقطة تأثيرها عن محور الارتكاز - فكلما ازدادَ هذا البُعدُ ازدادَ تأثيرُ قوة التدوير.



## القوة القُصوى

في بعض البلدان، تُستخدمُ الماشيةُ لتدوير السواني (النواعير). فيشدُ الواحدُ أو الزوجُ منها إلى طرف عمودٍ متصلٍ بالشاية - ويدوران السواني تدويرًا حولَ الناعورة، وتكونُ إدارةُ الشاية أيسرَ إذ تجعلُ عمودَ التدويرَ بالطولِ الممكنِ الأقصى.

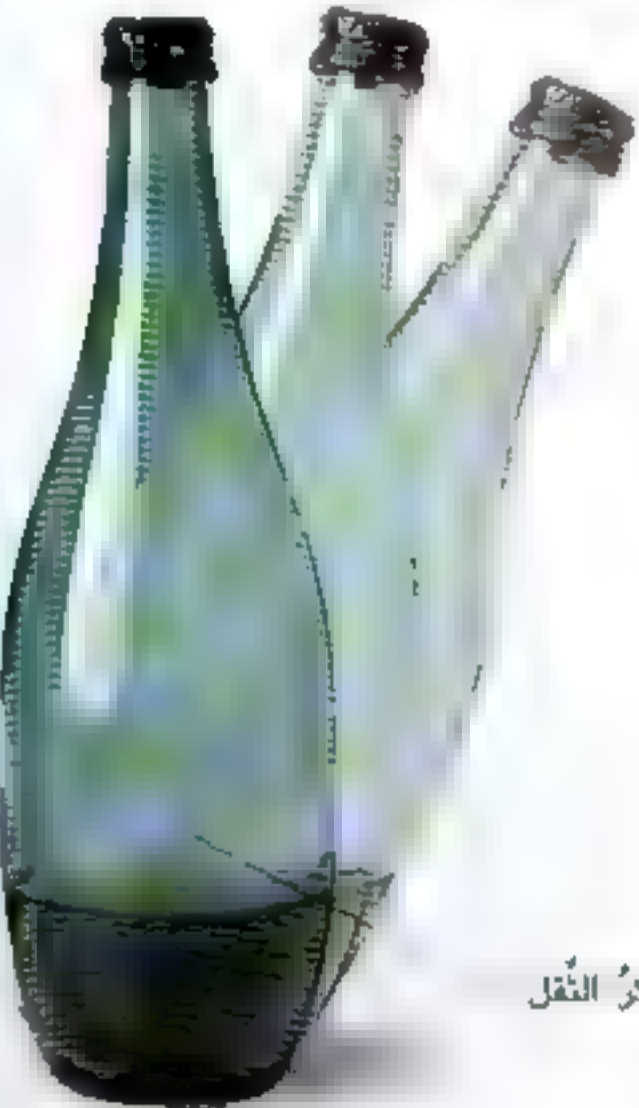
الورن الضاغطُ إلى أسفل غيّرَ دولابَ الدراجة الحلقي أكبرَ منه غيّرَ الدولابَ الأمامي. يمكنُ يتوازنُ اللوح، يجبُ أن يكونَ الدولابُ الخلفي أقربَ إلى الجِدع من الدولابِ الأمامي.



## موازنة القوى

عندما يكونُ الجسمُ مُتوازنًا أو في حالة توازن، تكونُ قوةُ التدوير على أحد جانبيه المُرَكزَ مُعاوية لقوة التدوير على الجانب الآخر. وتستخدمُ لدرّاج هذه القاعدة، في تدوير لتوازن، مُحاولًا وَقَفَ تَرْجِيحُ اللوح على جذع الشجرة.

القنبلة الطويلة الملاء تقريبًا بالماء تكونُ غير مستقرة لأن مركزَ ثقلها عالي. وهكذا فلن يبقى هذا المركزُ فوق قاعدة القنبلة عند إمالتها - مما يُنتجُ قوة تدوير تقلنها.



مركز الثقل



مركز الثقل

المُرَكز

## استقرار التوازن

يكون الجسمُ في حالة توازنٍ مستقرٍ إذا بقي مركزُ ثقله فوق قاعدته عندما يُدفعُ قليلًا؛ لأن الحادثة تُعد الحسم إلى وضعه الأصلي. أما إذا وَقَعَ الحسم أو انقلب بعد دفعه قليلًا، فهو كان في حالة توازن غير مستقر. لأن مركز ثقله ما عاد فوق قاعدته، فيوقعه شدُ الحادثة. أما إذا بقي الجسمُ في وضعه الجديد بعد دفعه قليلًا فهو في توازنٍ مُتعادل.

مخور الارتكاز



## الموازين

تستخدم الرومانُ قوى التدوير لوزن الأشياء. بمورين قنانيه، ما زالت تُستخدمُ حتى اليوم ولعلك وُدت مرةً بميران قنانيه مُطوّر في عبادة طيسك. فعندما تفتحُ على قنانيه ويُحرك ثقل الموازنة على طول الذراع المُشوّج إلى حيث يتوازن الذراع، تشير قراءة التدرج إلى وزنك.

## اختيار المركبات

تُجعل المركبات المرتفعة أكثر أمانًا إذا وُسع المدى بين دولابها وحفص موقع مُحركاتها. فذلك يبقى مركز ثقل المركبة خفيضًا. هنا يجري احترازٌ مدني إمكانيةً مِثلان الناص (الحافلة) قبل أن يتقلب.



## لمزيد من المعلومات انظر

القوى والحركة ص ١٢٠  
الحادثة ص ١٢٢  
بِسُ القوى ص ١٢٣  
المركبات ص ١٣٠



# الحركة الدائرية

العجلات (الدواليب) والخداریف، والدوام والمراوح، ودورات الملاهي كلها تدور في دوائر؛ وواقع الحال أنها تغير اتجاه مسارها بشكل مستمر. فكل جزء من الجسم المدور يحاول السير في خط مستقيم، لكن قوة، تدعى القوة الجاذبة، تشده وسواه من أجزاء الجسم المدور نحو مركز الدائرة - مغيرة اتجاه مساره ليبقى دائرياً وليس في خط مستقيم. ولو يحاول حيوان منطلق بسرعة تغير اتجاهه بلفة سريعة، فإن أقدامه تضغط الأرض بقوة فتزد الأرض بقوة رد الفعل ما يوفر له قوة جاذبة. أما إذا كان الحيوان منطلقاً بسرعة على سطح زلق كالجليد مثلاً، ولم يستطع شتت الأرض، فلن تتوافر له قوة جذب، وسيكون من العسير جداً عليه الالتفاف لتغيير وجهة سيره.



## الجيروسكوب المدور

الأجسام المدورة لها عظامتها أو قصورها الذاتية كما للأجسام الشائرة في خط مستقيم، وهي تقاوم تغير اتجاه مسارها ويضم الجيروسكوب دولاً مدورة تقاوم الجاذبية، إذا كان يدور بالسرعة الكافية، فيبدو من العسير جداً قلب الجيروسكوب. وتستخدم الجيروسكوبات المدارية كهربائياً في الأنظمة الملاحية على الطائرات والسفن.



أما مستوى عندما الحوض ساكن.



معدة دارة تدور الحوض.



## القوة النابذة

دور الشدة الدمية في مدارها داخل حلقة مقبلة ولا تنفك حتى وهي مقبلة رأساً على عقب فكانت قوة، تدعى احداً لقوة سادة، تدفعها إلى أعلى هذه القوة هي في الحقيقة عطالة يحاول حمل مسار السيارة يسير في خط مستقيم.

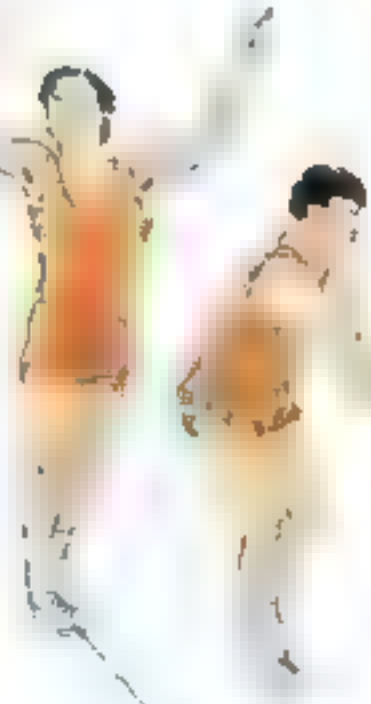
يرتفع الماء على الجدران عند تدويم الحوض بسرعة.

## المياه المتسلقة

إذا دُور حوض فيه ماء بسرعة، فإن الماء يحاول الانطلاق خارج الحوض في خط مستقيم، والقوة التي نضده توتره جدران الحوض. وكلما ازدادت سرعة تدويم الحوض يرداء تحرك الماء للانطلاق نحو الخارج وتستخدم المجففة الدوامية هذه الظاهرة لإزالة الماء من الملابس الممسولة؛ إذ يتدفق الماء باتجاه جدران الأسطوانة المثقبة مدفوعاً عن ثقلها في خط مستقيم.

## زمني المطرقة

يدور الزامي لمطرقة حوله بالسرعة القصوى الممكنة قبل أن يطبقها إن القوة الجاذبة اللازمة لإبقاء المطرقة مدورة في مدارها هي قوة أشد على السلك وعندما يفتل الزامي المطرقة تزداد القوة الجاذبة، فتتطلب المطرقة مستوية في خط مستقيم تعمل عظامتها.



كلما ازدادت سرعة تدويم الزامي يرداء ثقل مدى الطريقة عندما يعلتها.

## انعدام الوزن في المدار

يقي مكوك الفضاء في مدار معين حول الأرض لأن الجاذبية الأرضية توفر قوة جاذبة تجعله يسير في مداره بدل أن يفلت منطلقاً في الفضاء. وتأثير الرذاذ داخل المكوك بالجاذبية بالمدى فيه، ويشعرون بانعدام الوزن لأنهم في حال سقوط مستمر لكن إطلاقهم إلى الأمام بتلك السرعة الفائقة يحملهم فوق الأفق في مسار دائري ثابت البعد عن الأرض.



## لمزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- الاحتكاك ص ١٢١
- الجاذبية ص ١٢٢
- الصواريخ ص ٢٩٩



# الاهتزازات

إذا علقت كتلة بخيط ودفعتها إلى جانب فإنها ترجع جئةً وذهاباً بانتظام؛ ويدعى هذا الارتجاج الاهتزاز أو الذبذبة. أما عدد المرات التي يتذبذب فيها أي جسم في ثانية واحدة فيدعى التردد. كل شيء له تردده الطبيعي؛ فإذا أرغم جسم على الاهتزاز بتردد مُعادل لتردده الطبيعي، فقد تتعاطف اهتزازاته إلى درجة الخطر. ففي العام ١٩٤٠، انهار جسر مضيق تاكوما في ولاية واشنطن، بالولايات المتحدة، لأن العواصف جعلته يهتز بعنف تتوافق مع تردده الطبيعي. لكن للاهتزازات أيضاً استخداماتها المفيدة، فالمناقب الفحّية، العاملة بالهواء المضغوط، تستخدم الاهتزازات في تفيت المواد. والساعات تقيس الزمن بعد الذبذبات المنتظمة في آليتها.

الشعّة هي مدى الاهتزاز أو متسّع ذروته، والعبرة هي الوقت اللازم لاهتزازة أو مدّة واحدة

## اهتزازات الزلازل

الاهتزازات التي تحدثها الزلازل خطيرة وهذه الصورة الفوتوغرافية المنسّعة الإحراج أعلاه تُسّـر الزلازل رمزياً في مدينة سان فرانسيسكو، بالولايات المتحدة، وتقع هذه المدينة على مقربة من صدع سان أندرياس الضخم - أحد الخطوط الصدعية العظمى في انعام حيث يُحتمل حدوث الزلازل من وقت لآخر.

مظهر الموجة



مُزوجة الموجة

## الرقاص (البندول)

خطران الرقاص (أو نوسائه) ضرب من الاهتزاز، ويقتد زمن الخطران (جئةً وذهاباً) على طول الرقاص فقط، ولا علاقة يوزن بكتله أو شدة خطرائه بذلك - شرط أن تكون الخطرات، أو زاوية الخطران، صغيرة. وقد ارتأى العالم الإيطالي، غاليليو، إمكانية ضبط الساعات بواسطة الرقاص. في الساعات البدوية، يُدير خطران الرقاص دولانا تُسّـت شرعية منتظمة، وهذا بدوره يُدير عقرب الساعة

## الأمواج

الاهتزازات تُسّـت بموجات بعضها ظاهر، كما موج البحر، وبعضها الآخر تعذر رؤيته كما موج الصوت الناتجة عن اهتزاز أو ذبذبة شيء، والأمواج قد تكون مُستعرضة أو طولية.

## أمواج الماء

يتم البركة أو موج البحر أمواج مُستعرضة، فمع غمر الموجة تهتز جسيمات الماء عمودياً صعوداً وهبوطاً بالنسبة لاتجاه الموجة.

## الكهرباء الإجهادية

المرو (الكوارتز) ذو خاصية مميزة - هي أن شحنة كهربائية تغير حجمه. وبفضل ظاهرة الكهرباء الإجهادية هذه يمكن إنتاج كهربائي مناسب جعل بلورة من الكوارتز تتذبذب بتردد محدد. فالتيار الساري من البطارية في ساعة الكوارتز يجعل شريحة صغيرة من بلورة كوارتز تتذبذب ٣٢,٧٦٨ مرة في الثانية. وتحيل جاذبة صغيرة هذه الذبذبة إلى إشارة واحدة في الثانية. وهذه تضبط المحرك الذي يدير العقارب أو يحرض العرض الرقمي.



بلورة كوارتز

## أمواج الصوت

عندما نهر آلة موسيقية كالصنج مثلاً، تحدث أمواجاً صوتية في الهواء. جسيمات الهواء في الموجة الصوتية تهتز جئةً وذهاباً في اتجاه مسار الموجة - وهي أمواج طولية.



## لزيد من المعلومات انظر

- المُرات من ٣٠
- الصوت من ١٧٨
- قياس الصوت من ١٨٠
- الهرات الأرضية من ٢٢٠
- الأمواج، والمدّز، والتيارات من ٢٣٥



## الضغط

على ارتفاع ٢٠,٠٠٠ متر

ضغط الهواء على غلظ ٢٠,٠٠٠ م  
أقل من ضغطه على مستوى  
سطح البحر.

تطير الطائرات على غلظ شاهق  
حيث ضغط الهواء أقل من  
الضغط داخل الجسم - مما  
يستحيل معه استنشاق الهواء! لذا  
يُكثف الضغط داخل الطائرات.

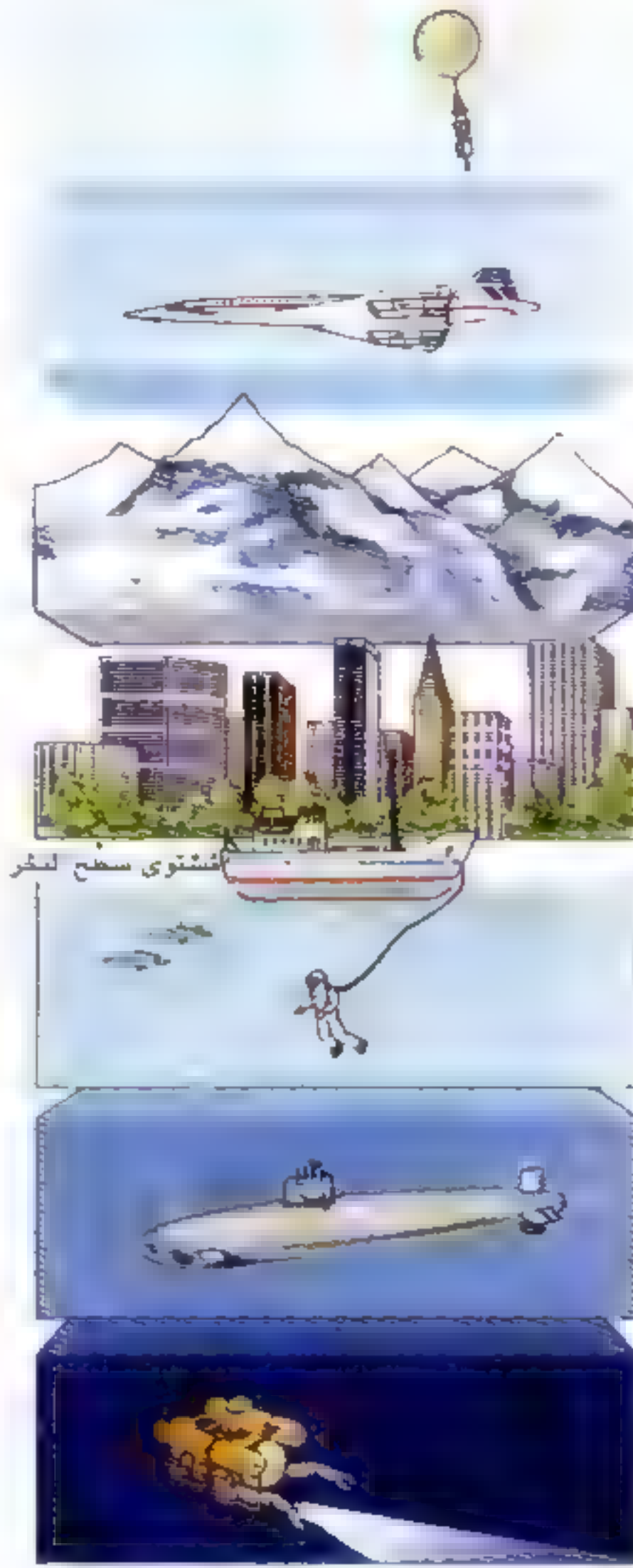
الهواء فوق قمم الجبال العالية  
رقيق القوام، لذا يتوجب على  
التسلقين الاستعانة بأجهزة  
تنفس إتايمين مزيو من الأكسجين.  
ضغط الهواء على ارتفاع ٥٠٠٠  
متر يعادل نصف ضغطه تقريباً  
على مستوى سطح البحر.

على مستوى سطح البحر،  
ضغط الهواء يساوي كيلوغرام  
على السنتيمتر المربع - تقريباً  
وزن بقرة فوق طبق عادي.

لا يستطيع البشر الغطس  
أعمق من ١٢٠ م لأن  
ضغط الماء يسحقهم.

العواصم تعمر عميقاً  
تحت الماء، فهي كلها المتينة  
تتحمل ضغطاً هائلاً.

على غلظ ١٠,٠٠٠ م تحت  
سطح البحر، ضغط الماء  
يُعايد تقريباً وزن سبعة  
بيلة فوق طبق صغير!



غلظ ١٠,٠٠٠ م

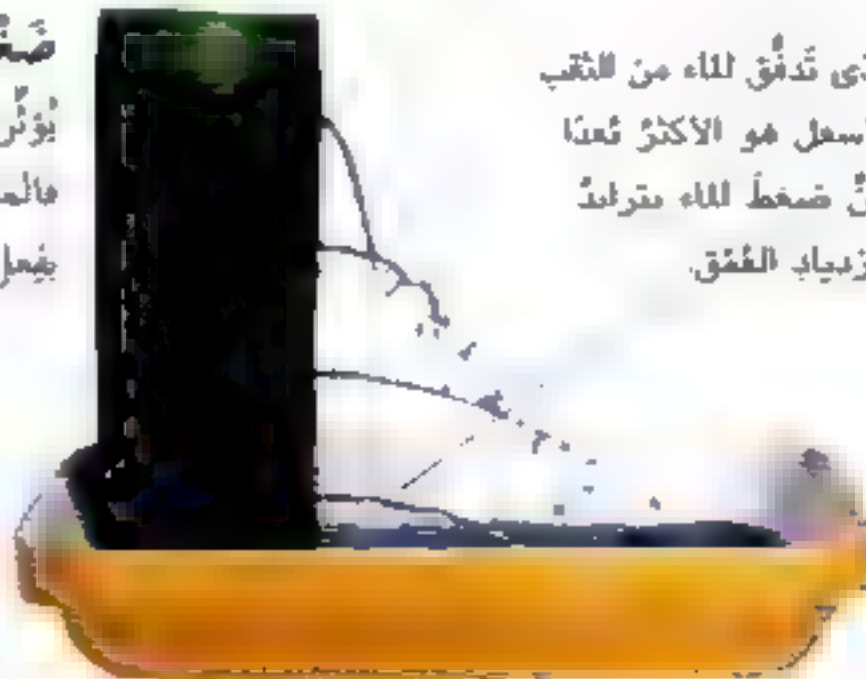
## تحت الضغط

الموائع، من سوائل وغازات، تبدل ضغطاً على الأجسام؛ فالهواء يضغط علينا؛  
ولولا الموائع المتواجدة في داخلنا، والتي تضغط بمقدار مساو لضغط الهواء  
الخارجي، لكان الضغط الجوي على مستوى سطح الأرض يسحقنا. وتنافس  
ضغط الهواء كلما ارتفعنا لأن الهواء الضاغط حينئذ يتناقص أيضاً.

## ضغط السوائل

يؤثر ضغط السوائل في جميع الاتجاهات؛  
فالماء يتنجس عبر الثقوب في جانيب هذا الوعاء  
بجعل الضغط الأثني

على تدفق الماء من الثقب  
الأسفل هو الأكثر ثعباً  
لأن ضغط الماء متولد  
بازدياد العمق.



لماذا خُفّ الجمل غريض مُسطح؟ ولماذا رأس الدبوس  
مُرّوس حاد؟ السبب هو أن نشر القوة على مساحة كبيرة يقلل  
ضغطها؛ كذلك فإن تركيز القوة على مساحة صغيرة يزيد  
ضغطها كثيراً. فالجمل لا يغوص في الرمل لأن وزنه يتوزع  
على مساحة كبيرة؛ لكنك حين تكبس الدبوس في لوحة  
الإعلانات، فإن طرفه الحاد ينفذ في اللوحة بسهولة، لأن  
قوة إبهامك تركزت في مساحة ضئيلة. يُقاس الضغط بمقدار  
القوة على وحدة المساحة.



## نشر الحمل

يستطيع طائر  
الجاك، في أمريكا  
الجوية، المشي فوق أوراق  
البلور (رقيق الماء) القديمة دون أن يعرض لأن أبحته  
(أصابع قدميه) ومخاليه تنشر وزنه فوق مساحة كبيرة



## السوخ والانفراز

لا تسوخ مرشّة أمية في  
سربة لأن وردها منشر على  
قاعدة واسعة لكن من السهل  
عبور الرقش في الثرب لأن  
ورده وقوة الدفع متضائلان  
على حده الرقش. ولشكّن  
حدّ يقطع بسهولة للثرب  
عنه - إذ القوة عليه  
مركزة في مساحة ضئيلة  
على طول حده

## إيتانجليستا

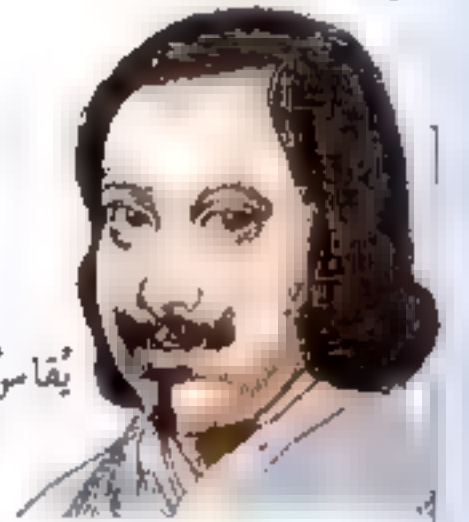
## توريشلي

يُقاس ضغط الهواء بالدارومتر وكان  
الإيطالي إيتانجليستا توريشلي

(١٦٠٨-١٦٤٧) قد اخترع

الدارومتر الرئفي عام ١٦٤٣،

حين اكتشف أن غلظ الرئفي في أنبوب مقلوب رأساً على عقب  
في طاس من الرئفي، يتغير بتغير ضغط الهواء. وقد تتلمذ  
توريشلي على غاليليو ثم حلّه كرياضي البلاط لدى أرشيدوق  
تسكاي. وقد شغبت وحدة الضغط «تور» باسمه، وتساوي  
ضغط مليمتر واحد من الرئفي.



## لمزيد من المعلومات انظر

سلوك الغازات ص ٥١  
القوى في الموائع ص ١٢٨  
الجو ص ٢٤٨  
ضغط الهواء ص ٢٥٠



# القوى في الموائع

تسري الموائع (سوائل كانت أم غازات) عندما تؤثر قوة فيها؛ وهي لا شكل مُحددًا لها، فتتخذ شكل الوعاء الذي يحتويها وإذا ضغطت الموائع بقوة ما، تنتقل القوة الضاغطة إلى سائر أجزاء المائع.

وتُعرف هذه الظاهرة بقاعدة بَسْكال، وتُستخدم

في تشغيل بعض المعدات الآلية. ففي

مكبَح السيارة الهيدرولي مثلاً، تنتقل

القوة المُسلطة على دَوَاسِي المكبَح إلى

الدواليب بواسطة سائل المكبَح. ومن خواص

الموائع المُفيدة عملياً أن المائع الساري بسرعة

أقل ضغطاً من المُناسب ببطء. وتُعرف هذه

الظاهرة التي تمكّن الطائرات من التحليق عاليًا

في الجوّ بقاعدة برنولي (برنوييه).



حاج الطائر  
مُشكّل على  
هيئة سطح  
أسياب رافع.

سُطح الانسياب الراجع

سُطح حاج الطائرة مُقوّس من أعلى ومسطح

تقريباً من الحذب السفلي مُشكلاً سطح

أسياب رافعاً - يرتفع عندما يسري الهواء

خواليه. ذلك لأن الهواء ينساب فوق سطح

الجناح الأعلى بسرعة أكثر من سرعته تحت

السطح السفلي. ووفقاً لقاعدة برنولي، يكون

الصمغ تحت الجناح أكبر مه فوقه، مما يُنتج

قوة رفع. وتزداد قوة الرفع بزيادة سرعة

سريان الهواء. لذا ينبغي أن تحقق الطائرة

سرعة كافية على المدرج لإستطيع الإقلاع



الضغط الازيد تحت  
الجناح يدفعه إلى أعلى

## جناحا الطائر

يوفر الطائر معظم قوة

الرفع أثناء الطيران بقوة ردّ

الفعل من زلزلة جناحيه اللذين

يدفعان الهواء إلى أسفل. لكن

عندما يكون الطائر سائداً في الجو

انسياباً فقط، فإنّ بسطة الجناحين، بفضل

شكلهما، تكسبه قوة رفع.

نُمت فقاعات الصابون بأشكال  
عريضة لأن الصابون يُقلّل التوتر  
السطحي للماء.



## التوتر السطحي

يبدو سطح أسائل وكأنه

مغطى بغطاء مرن يؤثر مُتماسك

غير مرئي. وتُعرف هذه الظاهرة

بالتوتر السطحي، وسببها لقوى

بين الجزيئات التي تعمل مُجتمعة

على شدّ جزيئات السائل السطحية

نحو الداخل. والفقاعة تتحدّد

شكلها الكروي المألوف بفعل

التوتر السطحي.

يرتفع الماء  
مشكلاً  
منحني في  
الأنبوب  
الشعري.



## الخاصة الشعرية

إذا عطّنت طرف أنبوب ضيق

القطر جداً في سائل، فقد يرتفع

السائل في الأنبوب بفعل

الخاصة الشعرية. ويحدث

هذا إذا كانت قوة التجاذب

بين جزيئات السائل

وجزيئات الأنبوب أقوى من

التجاذب بين جزيئات السائل

بمساها كما في الماء.



## بليز بَسْكال

بليز بَسْكال (١٦٢٣-١٦٦٢)

عالم رياضيات ورياضي

ولامُوتِي فرنسي لامع

صنّع أول آلة حاسبة

ناجحة في سنّ الثانية والعشرين؛

وفي العام ١٦٤٦ صنّع بارومترًا زئبقياً

واستخدمه لاحقاً في قياس الضغط الجوي.

وأدّت دراسته خواصّ السوائل إلى

اكتشاف القاعدة المُسمّاة باسمه. وتنصّ

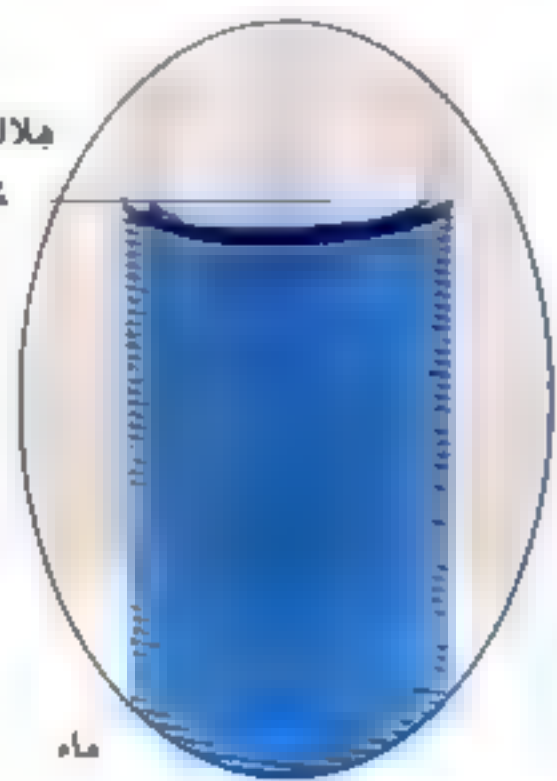
قاعدة بَسْكال على أن الضغط المُسلط

على جزء من المائع ينتقل بالتساوي إلى جميع

أحارائه. وقد سُمّيت وحدة الضغط بَسْكال

(با) باسمه، وتُعادل نيوتن على أمتار المربع

هلاله السطح  
مُحدّبة



ماء

## التماسك والالتصاق

هلاله السطح، في أنبوب ضيق القطر، مُحدّبة في

الماء ومُقعّرة في الزئبق. ذلك لأنّ جسيمات

الزئبق قوية التجاذب وقوية التماسك فيما بينها

(وبالتالي فهي عالية التوتر السطحي) علماً أن

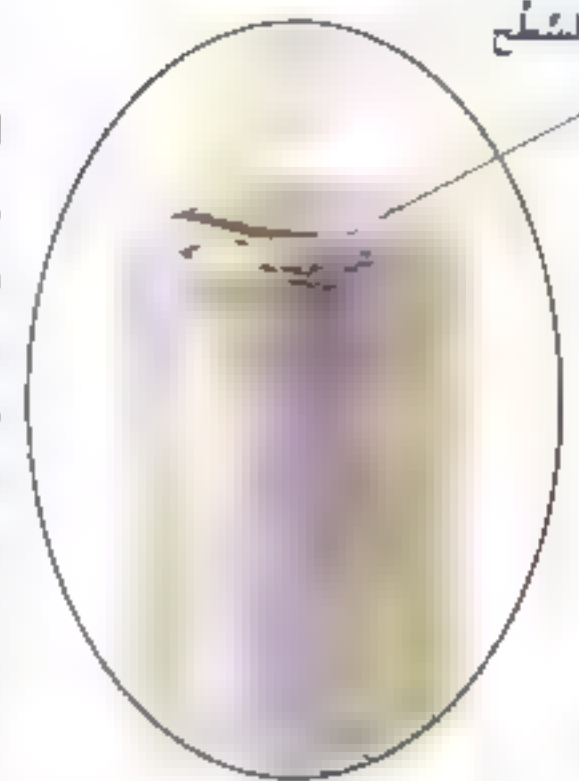
قوة التماسك هي القوة بين جسيمات النوع

الواحد. أمّا جسيمات الماء فهي أكثر استجابتها إلى

جسيمات زجاج الأنبوب منها إلى بعضها وتُدعى

القوة بين مادّتين مُختلفتين قوة الالتصاق؛ وهي

التي تُسبب التصاق قطرات المطر بزجاج النوافذ.



هلاله السطح  
مُقعّرة

زئبق

## لمزيد من المعلومات انظر

- خصائص المادة ص ٢٢
- الترايط الكيميائية ص ٢٨
- الضائون والسطحات ص ٩٥
- المواد اللصوقة ص ١٠٦
- الضغط ص ١٢٧
- الحايبات ص ١٧٢
- ضغط الهواء ص ٢٥٠
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



# الطفو والغوص

يبدو الجسم أخف وزناً إذا غمر في الماء لأن الماء يدفعه إلى أعلى. وتدعى قوة الدفع هذه الدفع الرافع أو الدفع العلوي، وتُعادل وزن السائل المزاح - وتُعرف هذه الظاهرة بقاعدة أرخميدس. فالجسم يطفو إذا كان الدفع العلوي للسائل مساوياً لوزنه؛ ويغوص إذا زاد وزنه على الدفع العلوي. ويعتمد الطفو على كثافة الجسم - أي كمية المادة في وحدة الحجم منه. فالشمعة تطفو في الماء لأنها أقل منه كثافة، فتريح منه ما يكفي ليوفر دفعاً علوياً يحملها؛ بينما يغوص الحجر لأنه أكثر من الماء؛ ووزن الماء المزاح، أي دفع الماء العلوي، أقل من وزنه.



الارتفاع في الجو يرتفع الضغط المعتاد بالهواء في الهواء لأن الهواء أقل كثافة من الهواء؛ فوزن الهواء المزاح أكبر من وزنها



## الطفو في الماء

تطفو الذرافعة في الماء لأنها تريح من الماء ما يُعادل وزنها. أي إن قوة الدفع العلوي تساوي وزن الذرافعة نفسها



عندما الغواصة طافية تكون خزاناتها الصابورية (صهاريج الموازنة) مليئة بالهواء.

تدفع المراوح الغواصة إلى الأمام.

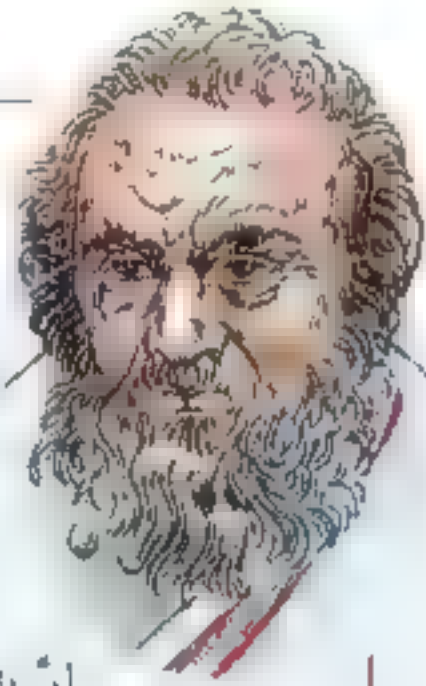
للغوص، يُضخ الماء إلى الخزانات الصابورية فتصبح الغواصة أثقل

للتطفو، يُضخ الهواء في الخزانات الصابورية طارداً الماء منها فتصبح الغواصة أخف



## الغواصات

يوجد في الغواصة مستوعبات تُدعى الخزانات الصابورية، تجعلها تطفو عندما تُملأ بالهواء. ورغم أن الغواصة مصنوعة من الفولاذ، فإن معدل كثافتها ومستوعباتها مبنية بالهواء أقل من كثافة الماء. بمرور عندما يُضخ الماء إلى داخل الخزانات الصابورية فإن الغواصة تنحصر لأن كثافتها تصبح أكبر من كثافة الماء



## أرخميدس

أرخميدس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م.)

رياضي وفيزيائي

ومخترع إغريقي

وصاحب القاعدة

المعروفة باسمه يُحكى

أن الملك هيرو كلفه باختيار

الذهب المصنوع منه تاجه. فلاحظ وهو

يستحم أن معطسه يفيض عند بروله فيه.

فقام يركض غريباً في الشوارع وهو يصيح:

يوريكا، يوريكا (أي وجدتها!). وبمعرفة

أن دفع السوائل لجسم يختلف باختلاف كثافته

برهن أن ذهب التاج مغشوش ولارخميدس

اكتشافات جُلّي في الهيدروستاتيكا (علم

الموائع الساكنة) والهندسة والميكانيكا.

## أي الأثقل أو الأخف

يطفو الزيت فوق الماء لأنه أقل كثافة منه، ويطفو الماء فوق الشراب للثقل نسبته الأولية أقل كثافة من السوائل الثلاثة إذ تطفو على سطح الزيت. والكثافة النسبية أقل كثافة من الماء وأكبر كثافة من الزيت، فهي تعوض في الزيت، ويطفو في الماء أما حبة العنب فهي أكبر كثافة من الزيت والماء فتعوض فيهما، لكنها أقل كثافة من الشراب، فتطفو فوقه



قلبية

زيت

كثافة

لدائنة

ماء

حبة عنب

شراب



مئات هوائية.

## الأسماك

بعض الأسماك ذو مئانة هوائية تعمل كالحزبات الصابورية في الغواصة بدخل الهواء إلى هذه المئانة عن طريق الفم، أو من مجرى الدم؛ فيمكن السكينة من الارتفاع صمداً في الماء.

## لمزيد من المعلومات أنظر

- خصائص المادة ص ٢٢
- القوى في الموائع ص ١٢٨
- الميكانيكا ص ١٣٠
- الأسماك ص ٣٢٦
- خفايا ومعلومات ص ٤٠٨



# المكينات

ليست جميع المكينات ضخمة وكثيرة الصّجة؛ فالعديد منها آلات صغيرة تُستخدم لأداء أعمال بسيطة. لكن مهما كان حجم الآلة، فالمفروض أنها تجعل أداء العمل المُعين أسهل فبعضها يُحِلُّ الحركة القصيرة إلى حركة أطول، أو القوة الصغيرة إلى قوة أكبر؛ وبعضها الآخر يستطيع تغيير اتجاه القوة أو موقعها ويُسلطها حيث الحاجة تمس إليها. لكن الآلة لا تخلق طاقة، فكلما قلت قوة الجهد ازدادت مسافة تحريكها، ويعرف هذا بمبدأ الآلات. والمعروف أن كفاية أو فعالية المكينات لا يمكن أن تبلغ ١٠٠ بالمئة، لأن بعض الجهد المبذول يتبدد في مقاومة الاحتكاك بين أجزائها.

## الآلات المُعقّدة

الحصادة الدّراسة مكنة مُعقّدة، والواقع أنها مؤلّعة من مجموعة كبيرة متأزّرة من الآلات البسيطة المُتراكبة بوسائل مازعة متكررة من الثروس المعشقة والروافع والشّور المتحركة ومضغومات الأاييت الهيدروليّة والدّفع مكنة بالغة الأهمية. تحصد الرّزغ وتُدري الحث من نقش

أسطوانة الدّراس تفصل الحث عن الشنائل  
تدريّة الحث تنقل الحث إلى حزان حاض

مريضة تدزغ الحث

تؤمغ الناقله القش إلى أسطوانة الدّراس

مريضة تحمّل الحث إلى ساقية

مكرة تلغم الحصد إلى قصيب القطع

فصبت القطع بخز السّوق

## تزييد الحركة

عندما نستخدم مريض اسحبف لثماي محاديههم لتحريك الدارب، فإنهم في الواقع يستخدمون الآلات البسيطة الحركة فمحريك الطرف انذاحلي للمخداف مسافة قصيرة، يحرّك الطرف لآخر مسافة أكبر، وهكذا يدفع الدارب سرعة غير سماء

## قوة مُضخّمة

نروي عن اعالم الإغريقي ارحميدس أنه قال: أغصني راحة ذاب طوب كدب، فاستنصج بحريك العالم! وهذا بصراً صحيح، لأن الرفع المضخم القوة المظرفة المخلّثة مثلاً، وهي نوع من الروافع، يمكن استحداثها لسرع مصادر من قطع حسيّة بقوة ضئيلة

اد شدتت برفق على رد المطرفة، فإن امخلب في الطرف الآخر يشد المسمار بقوة كبيرة

## داخل البيانو

العرف الحيد على السانو سطلت عرف العمام الموسقيّة سرعة، لب أو شدة. لذا فإن أصابع أو مفاتيح البيانو تنصّل بالأوتار نظام مُعقّد من الروافع يصحّم الحركة عند تنقل أصابع العارف عليها فحركة إصبعية محدودة بصرت المظرفة وتر السانو المُعَيّن بقوة، فيضدّر النعمه المطلوبة

مُحمّدة بقطع الصوت

موقع وتر في البيانو

مظرفة لثايبه الرأس

مفاتيح (أو اصمغ) المينو

## الطريق المُتمنّع

صغود لجعل على طريق مُتمنّع أيسر من تسلق السّطح في حط مُستقيم فالطريق لمتمنّع، كالآلة البسيطة، يُحقّص الجهد اللازم بصغود إلى القمة، لكنّه يُعيل المسافة ليُلوعها



## الآلات البسيطة

السطح المائل والأسافين والمسامير الملولنة والروافع والملفات والكرات والمستاثات (أو التروس) جميعها تدعى آلات بسيطة وهي تُيسر الشغل لأنها تمكن قوة صغيرة، تدعى الجهد، من التغلب على قوة أكبر، تدعى الحمل. ويقال في الآلات التي تزيد القوة أنها ذات فائدة آلية يمكن احتسابها بقسمة الحمل على الجهد. أما الآلات التي تزيد الحركة، ففائدتها تدعى النسبة السرعة، ويمكن احتسابها بقسمة المسافة التي يقطعها الجهد على المسافة التي يقطعها الحمل.



هناك جمل أربعة تُشدُّ  
المكرة الشغل والحمل،  
مما يجعل العادة الآلية  
(والنسبة السرعة) لهذه  
الآلة ٤



### الإسفين

يُضِلُّ النّطة (سفين)، وهو آلة تُصنع القوة عندما تصير سلطة الحطة تنقل قوة لصرة إلى الضل الذي يحترق قطعة الحطب فسلًا ويرفعها على لاعلاق تتحرك قطعة الحطب عن مسافة أدن من مسافة تحرك الضل ولكن بقوة أشد.

### المكرة

المكرة تعد في رفع الأشياء عموديًا، وتتألف مساهل من حبل ملفوف حول دولاب، يوصل أحد طرفيه بالحمل ويسلط الجهد على الطرف الآخر لرفع الحمل. وعند استخدام أكثر من دولاب واحد، كما في البكرة أعلاه، تُضخم القوة أو الجهد، فيمكن عندئذ رفع حمل كبير بجهد أقل.

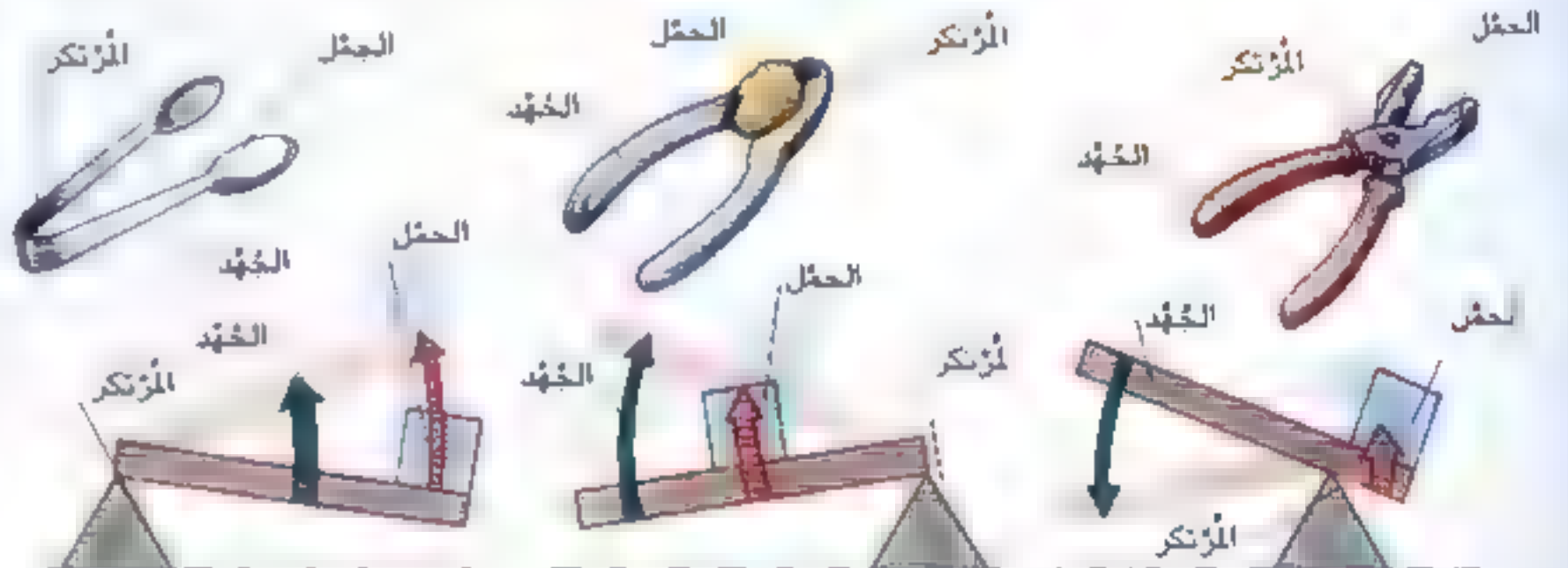
## المستاثات والملفات

تحتوي خفافة البيض نوعين من الآلات البسيطة - مستاث وملفات. المستاثات المُعشقة أرواجًا، أحدها أكثر من الآخر، تصاعف القوة أو تصاعف السرعة وتغير اتجاه الحركة. الملفات يُصاعف القوة لأن مسار الدولاب أطول من مسار الجرع يدور الجرع بقوة أشد. يقص (أو يد) الخفافة يُدير المستاث الكرى بماندة آلية كدولاب وخزع، والمستاث الكرى يُدير بدورها مسنة أصغر سرعة أعظم.



### الرافعة

الرافعة مُنخل أو ذراع يدور حول نقطة تدعى الموتر أو محور الارتكاز لتحريك الحمل. هناك ثلاثة أنواع من الروافع تبعًا لموقع الموتر بين الجهد والحمل، كما هو مبين في الشكل المُرفق. الروافع من النوع الأول والثاني تُضخم القوة (مُساواة الجهد فيها أكبر من مسافة الحمل)، وروافع النوع الثالث تُضخم المسافة. في الجسم البشري أمثلة على مختلف أنواع الروافع - فالذراع مثلاً، رافعة من النوع الثالث، مُرتكزها عند المرفق، وجملها هو اليد وما قد تحمله، ولجملها هو ما تَدُلُّه عضلة الذراع من قوة شد.



المُلقط رافعة من النوع الثالث -  
تُضخم المسافة (الجهد بين  
الموتر والمقاومة)

كشافة الحور رافعة من النوع  
الثاني - مُضخمة للقوة  
(الحمل بين الجهد والموتر)

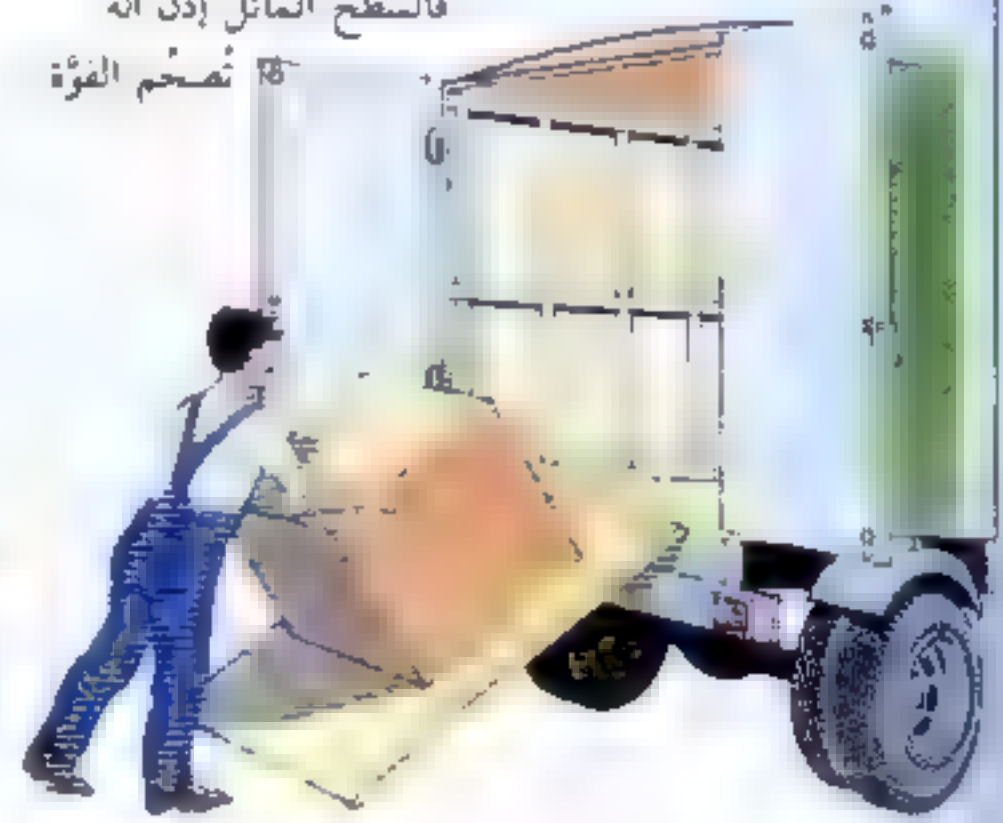
الرديئة رافعة من النوع الأول -  
مُضخمة للقوة (الموتر بين  
الجهد والحمل)

بين المشمار الملولب  
أشبه بسطح مائل  
ملفوف حول أسطوانة.



### السطح المائل

المعروف أنه دَلَع الشيء، ضَعَدَ، على سطح مائل يُيسر من رفعه حملًا. يُستخدم حَمَالٌ مثل الأثاث مثلاً، لوحًا مثلاً في تحميل الأعراس للقبعة في الشاحنة. فهم يدفعون الأشياء مسافة أطول من مسافة رفعها عموديًا، لكنهم يبدلون في ذلك جُهدًا أقل. فالسطح المائل إذن آلة تُضخم القوة.



شادوف  
أرخميدس



### المشمار الملولب

بين المشمار الملولب هو في الواقع سطح مائل. والمشمار الملولب ذو فائدة لأنه ييسر مسافة أطول من المسافة التي تتحرك بها إلى الأمام. وهذا يعني أنه يتحرك إلى الأمام بقوة أكبر من القوة التي تُبذل في يديه. أحيانًا تُرفع مياه النهر ليزي الحقول بواسطة نسيطة تدعى شادوف أرخميدس. فكلما يُدار الشادوف دورة، ترفع المياه قليلًا داخل أنبويه.

### لمزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- قوى الدوران والتدوير ص ١٢٤
- الطعم والقوس ص ١٢٩
- الأصوات الموسيقية ص ١٨٦
- الهياكل الداعمة ص ٣٥٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



# الشغل والطاقة

بالمفهوم العلمي، ينتج الشغل فقط عندما تحرك قوة شيئاً. فحين ترفع جسمًا ثقيلًا، أنت تقوم بشغل لأنك تبذل قوة تحرك الجسم. ولا يُبذل شغل بدون طاقة؛ فالطاقة هي القدرة على أداء شغل، أي إن أداء الشغل يتم باستهلاك الطاقة، أو على الأصح، بتحويلها من شكل إلى آخر. نحن نحصل على الطاقة من الطعام كطاقة كيميائية. كذلك نحصل بعض الآلات على طاقتها بشكل كيميائي من الوقود كالبنزين والغاز. وهناك أشكال أخرى من الطاقة — كالطاقة الحرارية والصوتية والنووية والكهربائية. ولكي ندرك كيف تتحرك الأشياء ولماذا، ينبغي لنا معرفة نوع ومقدار الطاقة المتوفرة لديها

في رفع ثمانية  
وزنها بيوت  
عموديًا مسافة  
متر يسد شغل  
مقداره حول

## قياس الشغل

عندما ترفع شحنة المرفاع الشوكي صادي  
الشغل، فهي تعمل على مقدمة قوة الحدة  
وكلمة ازداد ثقل الصديق وقدي الرفع، يرد  
الشغل المدور، (الشغل = القوة × المسافة)



كيلوغرام من  
البندورة (الطماطم)  
٢٤ غرام من الشوكولاته  
بالحليب (مالين)

## طاقة الأغذية

لا يمكنك العيش بدون الطاقة التي تحصل عليها يوميًا من طعامك. لكن الإفراط في تناول الطاقة قد يصير قليلًا. أنواع الأغذية المختلفة تحوي كميات مختلفة من الطاقة. فالطاقة المتوفرة في ٢٤ غرامًا من الشوكولاته بالحليب مثلاً، تعادل الطاقة المتوفرة في كيلوغرام واحد من البندورة الطازجة.

## طاقة طبيعية

نستخدم خنفساء الزوت الضفدع لمحروبه  
في عضلاتها لسد شغلًا في هذه  
الحالة، دفع كرة الزوت ضفدع فوق  
منحدر فكنا زدد ثقل الكرة وازداد  
مدى رفعها، يرد الشغل الذي سدته  
الخنفساء، ويرداد الطاقة  
التي تسببها



## الجول

نستخدم الجول كوحدة شغل، كما هو  
وحدة طاقة. والجول هو الشغل المنجز  
عندما تحرك قوة، مقدارها نيوتن، شيئًا  
مسافة متر في اتجاهها

## احتياجاتنا من الطاقة

تُعدّل الصفة بالجول، لكن الشغل وحدة صغيرة؛ لذا يُستخدم الكيلوجول (كج = ١٠٠٠ جول)  
كوحدة لقياس كمنه طاقة في طعام. كما تُستخدم أيضًا وحدة الكيلوكالوري (ككال = ٤,٢  
كيلوجول). الذكور والإناث من مختلف الأعمار يستهلكون كميات مختلفة من الطاقة كل يوم،  
نوعًا لنوع عمل كل منهم. فالصبي الراشد مثلاً، يحتاج إلى  
حوالي ١٢,٦٠٠ كج (أو ٣٠٠٠ ككال) من الطاقة يوميًا،  
بينما تحتاج الفتاة إلى حوالي ١٠,٥٠٠ كج (أو ٢٥٠٠ ككال).



عاجل يشغل  
١٦٨ كج  
أو ٤ ككال

بلبل - ٤٦٢٠ كج (أو ١١٠٠ ككال) ولد - ٤٨٤٠٠ كج فتاة - ١٠٥٠٠ كج فتى - ١٢٦٠٠ كج امرأة - ٩٢٠٠ كج رجل - ١٢٦٠٠ كج (أو ٣٠٠٠ ككال) (أو ٢٥٠٠ ككال) (أو ٣٠٠٠ ككال) (أو ٢٥٠٠ ككال) (أو ٢٥٠٠ ككال) (أو ٢٥٠٠ ككال)

## جيمس جول

العالم الإنكليزي

جيمس جول

(١٨٨٩-١٨١٨) كان

من أوائل من أدركوا

أن الشغل يولد حرارة،

وأن الحرارة شكل من

أشكال الطاقة. فقد أدار جول معاديت

خاصة في وعاء به ماء، فلاحظ أن الماء يسخن،

وأنه كلما ازداد تدوير المعاديت، وبالتالي

الشغل المدور، ازدادت سخونة الماء

فأدرك أن الشغل يحول الطاقة الحركية إلى طاقة

حرارية. كان جول مقررًا بإجراء

الاختبارات، وقد وجد بالاختبار مرة أن درجة

حرارة الماء، في أسفل الشلال، أريد منها في

أعلى، مما يثبت أن طاقة المياه الساقطة

تتحول إلى حرارة.





## أشكال الطاقة

الجسم المتحرك له طاقة يكسبها نتيجة لحركته، مصدرة الحركة من سببها فالحركة قد تهدم حذرًا من الطوب أمّا هذه التي يكسبها الجسم نتيجة لوضعه، كماء البدر العالي مثلاً، فهي طاقة بوضع، وهي طاقة كامنة يمكن أن تتحول إلى طاقة حركية الطاقة الكيميائية هي شكل من أشكال الطاقة الكامنة المخزنة في التركيبة الكيميائية لبعض الأشياء كالنباتات والقط والفحم والبطاريات وأكثر أشكال الطاقة، تعدد استعمالها، هي الطاقة الكهربائية إذ يمكن تحويلها بسهولة إلى أشكال أخرى من الطاقة صوتاً أو صوتاً أو حرارة

التفريغ الكهربائي هذا يعبر طاقة كيميائية، مخزنة في بطاريته، مخزنة عندما يسري التيار الكهربائي عنه لتنتج حرارة وصوتاً وصوتاً



في عضلات الفيلينة هذه مخزنة تستخدم انبعاث بعضها لتسليق الشجرة وحل المسلق برباط صدقها الكمية المتفائلة بحيث يمكنها التفتيح ويسقطها تكتسب لعمليتها طاقة حركية

في أوراق البتة ومختلف أحرانها طاقة مخزونة يمكن إطلاقها إذا تعثر المركب الكيميائي للسنة، كان تحرق أو يلتهمها حيوان مثلاً، فتنتج طاقة ضوئية أو حرارية



عقربت الفللة مكتسبة طاقة كامنة مطوطة عندما يكسب داخل الفللة

## طاقة الحركة

استخدمت الطواحين الهوائية أصلاً لتدوير الآلات كطاحون مثلاً. فتدوران أسرعها تحركها صاحوة الهواء الرحي، فمحوطة طاقة حركية أربع إلى حركة خيبر الرحي. تناسبت مصدرة حركة الجسم طردياً مع كتلته ومربع سرعته، فإذا تضاعفت كتلة الجسم، تضاعفت مصدرة حركته، أمّا إذا تضاعفت سرعته، فإن طاقة حركته تزداد أربع مرات



عند رفع غطاء الفللة يندفع العقيرت عابراً سحون طامبه الكامنة إلى طاقة حركية.

## جيمس وات

جيمس وات (1736-1819)، مخترع اسكتلندي عمل صانع أدوات بجامعة غلاسكو وهو في سن العشرين وبسما كان يوضح نموذج محرك بخاري، ارتأى إمكانية تحسيه فيما لو شغل بأستوانتين وقد صنع محرك بخاري مُحسّنًا بالحجم الطبيعي، فكان أعلى قدرة وأجدي اقتصاديًا من المحركات السابقة بكثير ولم يمض طويل وقت حتى عم استخدام محركاته في المصانع والمناجم الإنكليزية كافة، كما صدرت إلى أوروبا وأمريكا الشمالية.



يحتاج إلى وزن إرفع الثقل بالسرعة التي يزيله بها الرجل.

## رفع الأثقال

القدرة هي معدل بذل الشغل، أو معدل السرعة التي تتحول بها شكل من الطاقة إلى آخر الرّخز أشد قدرة من الولد، فهو يستطيع رفع الثقل بسرعة، لكن الولد إن استطاع ذلك منظم وخلة قياس القدرة الواحد، وقبته جُول في الثانية

## الطاقة الكامنة

الطاقة الكامنة هي الطاقة التي يكسبها الجسم نتيجة لوضعه أو حالته. فيعبرث الفللة مثلاً، يكسب طاقة كامنة عندما يُصعد داخل الفللة. ومن أنواع الطاقة الكامنة الطاقة الكامنة الشدّة (الجسم مزموع)، والطاقة الكامنة مروية (الجسم مرر مطووط أو مضغوط)، والطاقة الكامنة الكهربائية (الجسم قرب شحنة كهربائية)، والطاقة الكامنة المعطسية (المقطع من الحديد قرب مغناطيس)

## لمزيد من المعلومات انظر

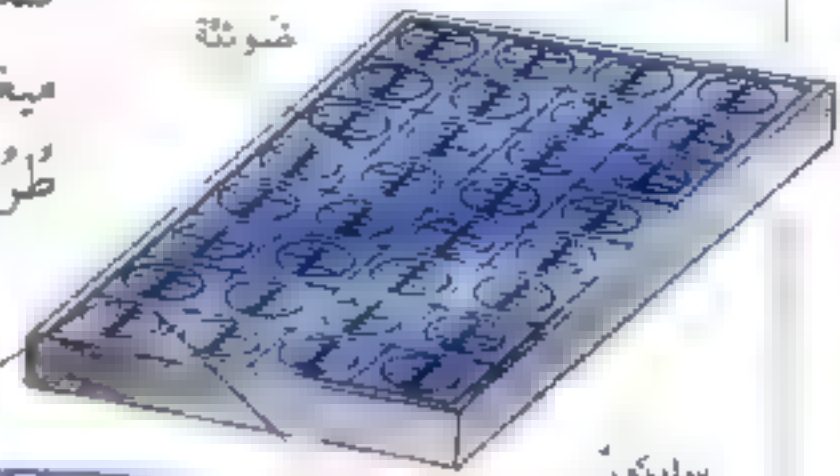
- مصادر الطاقة ص 134
- الحرارة ص 140
- المحركات ص 143
- مصادر الكهرباء ص 160
- الضوء والصوت ص 177
- حقائق ومعلومات ص 408



# مصادر الطاقة

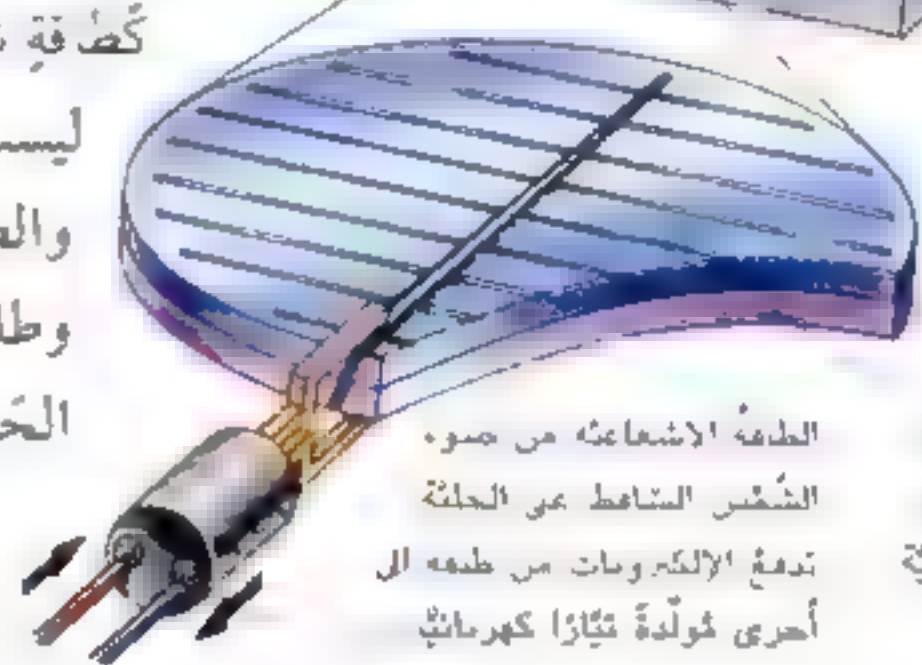
مصورة حلالا شمسية

خلية فلطانية ضوئية



سليكون مشوت بالفسفور  
يُنَمِّج الكربون  
طليعه

سليكون مشوت بالبورون يمتص شغرات إلكترونية أخرى مولدة تيارا كهربائيا



## تحويل ضوء الشمس إلى طاقة

الشمس مصدر طاقة مهم متجدد وغير ملوث. يمكن تحويل طاقه شمس إلى طاقة كهربائية مباشرة داخل خلايا (شمسية) فلطانية ضوئية. وتستخدم هذه الخلايا في الحاسبات ومحطات الراديو ومحطات النقل بصفة العامة بالإضافة إلى استخدامها في مناطق نائية، كما في استوائ المصبات، وفي المصبات لملاحية في غرض المحطات

لترسيق لهنري دو ديوار مروجي شمس عادة، ويغاث على نرج عال

## قدرة الرياح

تستخدم الطواحين الهوائية منذ القدم في طحن الحبوب وضخ المياه من الآبار، واليوم، تُصمم لريينات الهوائية لتوليد الكهرباء. ففي حفل من هذه الريينات في مقرر المولت بكاليفورنيا، لولايات المتحدة هالك ٣٠٠ ترس تمتد في المناطق حول لوس أنجلوس بالكهرباء. أما أضخم مولد هوائي للكهرباء في العالم فيوجد في هاوي، إذ يبلغ طول الواحدة من ريشتي مروحته المقامة فوق برج تعلو ٢٠ طاق، قرابة ٥٠ مترا

## الصخور الحارة

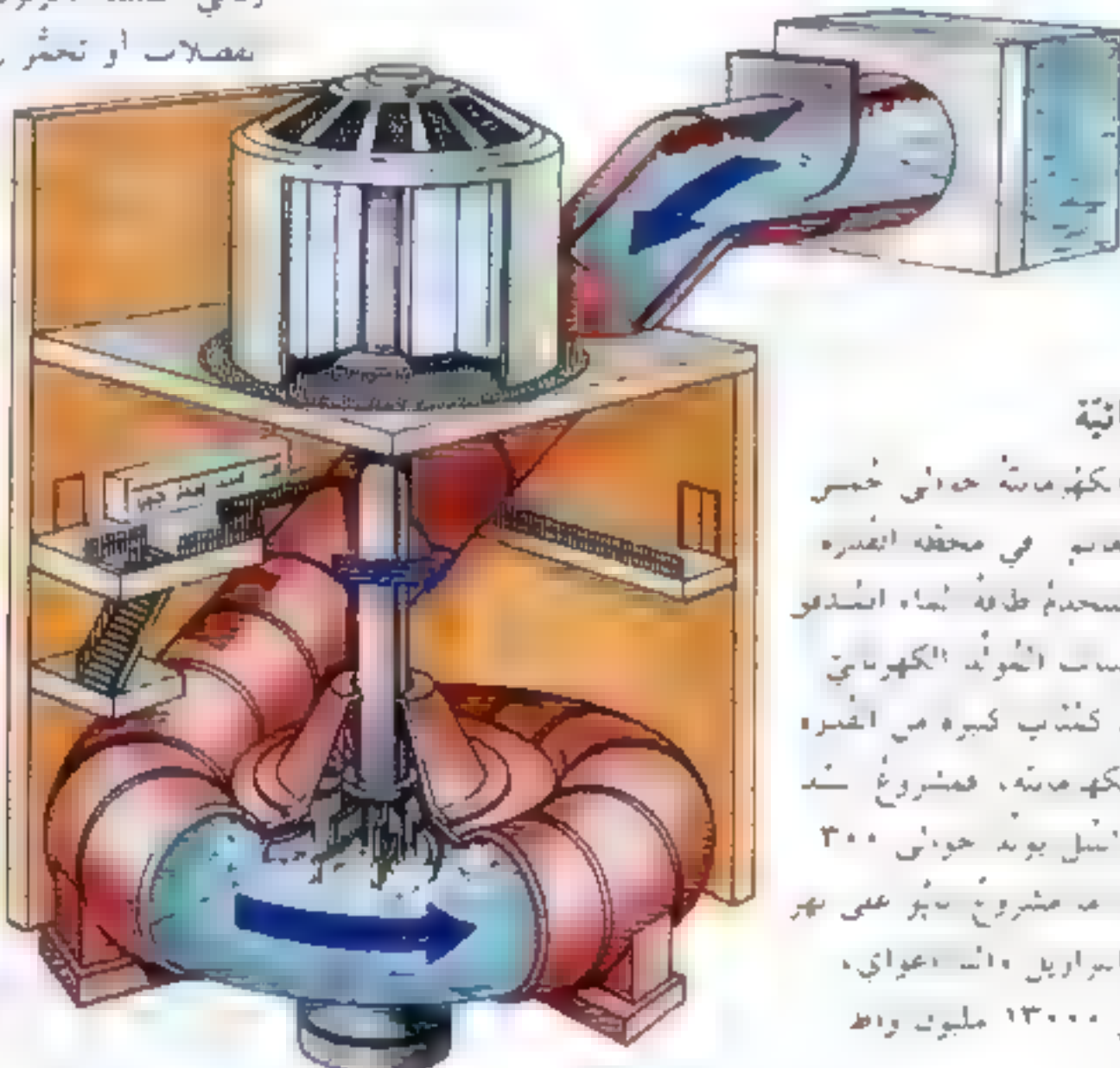
تبلغ حرارة بعض الصخور في لقشرة الأرض ١٠٠٠ س، مما يجعل حواف الأرض محترقا هائلا لظاهرة الحرارة الأرضية بعض هذه الطاقة تصل إلى سطح الأرض ضغنا كخشب المياه الحارة وقرارات البحار وفي بعض مناطق بضح الماء إلى باطن لأرض لتسخن ثم تعود للأبد من طاقه حرارية وتعمل لظاهرة لحرارية الأرضية في قرابة ٢٠ مترا في العالم تنتهه أو ليوعد الكهرباء



كمية الطاقة التي تصل الأرض من الشمس ضخمة (حوالي  $3 \times 10^{24}$  ميغاواط ساعة سنويا). وقد قدر أحدهم الطاقة الساقطة على طرقات الولايات المتحدة في سنة واحدة بضغف الطاقة المنتجة من الفحم والنظ سنويا في سائر أقطار العالم. وتصلنا طاقة الشمس في ظواهر متعددة - كالرياح والأمواج مثلا، أو كطاقة شمسية مباشرة. وتحتصر أشكال الطاقة التي ليست الشمس مصدرها في الطاقة النووية، والطاقة الكيماوية في البطاريات الكهربائية، وطاقة المد والجزر، والطاقة الحرارية الأرضية الخفية. مصادر الطاقة بعضها متجدد لا ينضب، وبعضها الآخر، كالنظ والفحم لا يتجدد، وهو ابل ختما للتقاد.

## طاقة الكتلة الحيوية

الطاقة المستمدة من الحجاب الغضوية للكتائنات الحية كالحطب ولحمة مثلا، تدعى طاقة الكتلة الحيوية. ويستخدم نصف سكان الأرض تقريبا أحد اشكال هذه طاقة في بطح وادعمه والاصاء هذا الرجل من الهند يستخدم الغاز الحيوي للطبخ وهذا الغاز هو مزيج من الميثان وثنائي أكسيد الكربون تنبع من بعض مصلات أو تحترق رؤث الحيوانات



يبدفق الماء من الحرك من الترس

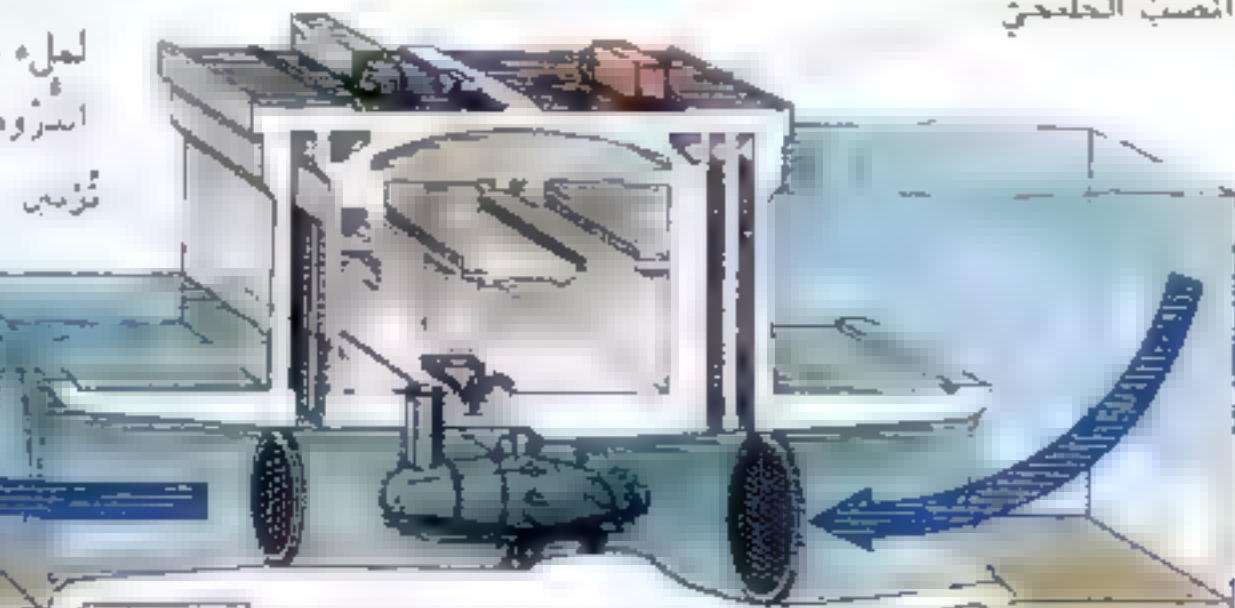
## القدرة المائية

توفر الطاقة الكهربائية حوالي خمس اصفه في العالم في محطة القدرة الكهربية تستخدم طاقة الماء المتدفق في سائر انساب المولد الكهربائي ويمكن توليد كغالب كبير من القدرة باستخدام الكهربية، فمشروع سد العالي على نيل بوند حوالي ٣٠٠ ميون واحد، ما مشروع سبو على نهر برا، من البرازيل ١٠٠٠ اعواي، فوند حوالي ١٣٠٠٠ مليون واط

## قدرة المد

نسب أولى كريات محطات طاقة المد حررت في اعلم غير مصف المحيطي سهر راس في برسي، فرنسا، وسطع ادح ٢٤٠ ميون واط. سد احب حاب مدينة سكانها ٣٠٠.٠٠٠ نسمة. عند جزر، يمحصر الماء داخل السد على مستوى قوره المد، وعندما ينزل الفرق في مستويي الماء ٣ أمتار، يُسمح للماء بالتدفق من السد نحو البحر، مارا عبر ٢٤ تريتا ضخما لتسيير مولدات للكهرباء. وعند عودة المد، يُسمح للماء بالتدفق عبر حاجر السد لعمل حليج المصب حتى اسرؤه وسكرر لعمليه دوريا

صريق سفاراب موز المصب الحليجي





## داخل محطة لتوليد القدرة

تحتوي محطة توليد القدرة العاملة بالريث أو الفحم قوّن حيث يُحرق الوقود لسحب الماء وتسخين البخار. وهذا البخار يُدير تربين مُولّد كهربائي. ومن المولّد تُرسل الكهرباء عبر كبلات شبكة التوزيع إلى المنازل والمكاتب والمصانع. والبخار يُمرّر عادةً عبر ثلاثة ترسّاب على التوالي، حتّى تُستمدّ كلّ طاقة قبل أن يُعاد ليُكتفّ ماءً في المكثّف.

مفكّك معصّر من الحرارة عبر المذخنة.

قوّن التبريد

مولّد كهربائي صمّم

المحوّل يُحوّل المُطّية قبل توزيع التيار عبر المحرّل والمصانع.

### الوقود الأحفوريّة

الفحم والغاز الطبيعي والنّفط وقود أحفوريّة لأنّها بقايا نبات وحيوانات اندثرت منذ زمن بعيد وهي وقود سهلة الاستعمال ومبرّة القدرة، لكنّ استعمالها يُنتج ثاني أكسيد الكربون في الخوّمات يزيد الحثوّم العالمي بظاهرة الدبّت إن مُعدّل استهلاك هذه الوقود يتزايد بسرعة، جليّاً أنّ مخزونها العالمي مُحدودٌ كماً. وحتى لو استمرّ الاستهلاك بالمعدل الحالي، فإنّ مخزونها في العالم سيُنتهي لأكثر من ٢٥٠ سنة.

ومعدّل محروور الفحم العالمي خلال ٢٥ سنة

ومعدّل محروور الغاز العالمي خلال ٦٠ عامًا.

بشري الماء من المكثّف إلى أبرج التبريد حيث يبرد في الهواء ليُثبّز

تسريع الاشتعال يُنتج الفحم في طاحون ويُنشّر سطحه في الفُرّج حيث يشتعل متولّد

يتولّد الحرارة بغاز احتياطي النقط العذلي خلال ٤٠ عامًا

### مصادر الطاقة

ح ١٠٠ استُخدم الرومان الفحم وقوداً.  
ح ٦٥٠ استُخدمت الطواحين الهوائية في بلاد فارس

١٨٥٩ خُبرت أوّل بئر للنّفط في سلفديا بالولايات المتحدة

١٨٨٠ بُنيت أوّل محطة لتوليد الكهرباء في لندن بإنجلترا.

١٨٩١ عُرضت أوّل محطة قدرة كهربائية في ألمانيا

١٩٥١ تأسست كهرباء بلرم الأولى بطاقة التوليد في الولايات المتحدة

١٩٦٠ بُنيت أوّل محطة قدرة حراريّة شمسيّة في تركمستان بالاتحاد السوفياتي سابق

١٩٦٨ بُنيت أوّل محطة قدرة مائيّة في فرنسا

### الطاقة في المنازل

يستهلك مسرّن عاديّ في سبة واحدة خمسة أضعاف الطاقة التي سبّلها جميع المتسابقين في سباق ماراثوني (مداء ٤٢,٢ كم) المصدر الأساسي للطاقة في المنزل هو الكهرباء، لكنّ يُستخدم أيضاً الفحم والغاز والريث والحطب وقد تُستخدم بعض المنازل الحديثة السخانات الشمسيّة لتسخين الماء. والسخان الشمسيّ هو صندوق ذو واجهة زجاجيّة في داخله أنابيب مملّية بدهان أسود - لأنّ اللون الأسود يمتصّ حرارة الشمس فيُسخّن الماء الساري في الأنابيب



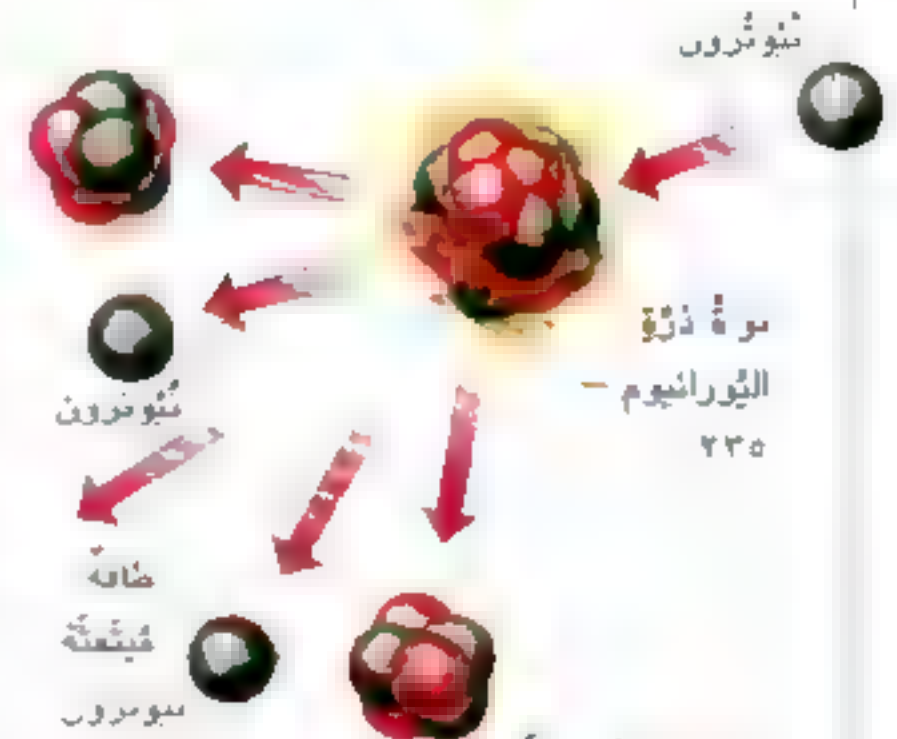
#### لمزيد من المعلومات انظر

- الطاقة النوويّة ص ١٣٦
- المحرّكات ص ١٤٣
- الحلايا والبطاريات ص ١٥٠
- مورّد الكهرباء ص ١٦٠
- المُحوّل المتحوّل ص ٢٢٤
- الأموخ والمدرّ والتيار ص ٢٣٥
- الخوّم ص ٢٤٨
- دورات في انبعاث الجيوي ص ٣٧٢
- البشر وكوكبهم ص ٣٧٤
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



# الطاقة النووية

تحتوي الذرة قدرًا هائلًا من الطاقة - هو طاقة نووية - نتيجة للقوى الشديدة الرابطة بين جسيمات نواتها. وتحدث التفاعلات النووية طبيعيًا، وهي التي تكسب الشمس قدرتها. وقد حاول العلماء تسخير الطاقة النووية، وقد نجحوا بتحقيق ذلك فقط من ذرات بعض العناصر - كاليورانيوم والبلوتونيوم والديوتيريوم (الهيدروجين الثقيل). إن الطاقة التي يمكن الحصول عليها من كيلوغرام واحد من الديوتيريوم تعادل الطاقة المنتجة من ثلاثة ملايين كيلوغرام من الفحم هناك طريقتان أساسيتان لإطلاق الطاقة النووية: الانشطار النووي - حيث تنفلق نواة الذرة؛ والاندماج النووي - حيث تدمج نواتا ذرتين أو أكثر.



## الانشطار النووي

نواة الذرة محاطة بالكرويات تدور بسرعات هائلة في مدارات محددة تولد علاقة لا يمكن احتراقه عادة. لكن باستطاعة نيوترون عالي السرعة، مدفوعًا بغضب، اختراق هذا الحلاف لثمنه التواء وإذا كانت النواة غير مستقرة، فإنها تنفلق شظيين، ويُعرف هذا بالانشطار النووي ويُنشأ عن الانشطار أيضًا نيوترونات جديدة أو ثلاثة تصدم بدورها نوى أخرى مسببة تفاعلًا متسلسلاً معطفاً



## الإشعاع

في الصورة أعلاه، نعد لفصل لاسديد نصيب وفود من قلب المفاعل النووي، وقد عُمر هذا الماء في عمق 10,5م بمحطة على سلامتهم من الإشعاع أما نوح لأزرق فعائد إلى كود الحسيمات المشحونة العالية الطاقة تسير في الماء بسرعة فوق سرعة الضوء

نحاط قلب المفاعل  
بدرع حرساني  
سبيل لامتصاص  
الإشعاع

نستخدم الماء  
الغني في امتصاص  
الإشعاع

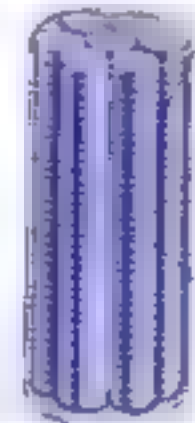
نعد فصل الوقود  
في مادة تُعرف  
بالمهدئ، تنضج شدة  
السموموت المسعة

تتألف قضيب الوقود  
الواحد من عدة قضبان

قريبة من  
اليورانيوم أو  
من ثاني  
أكسيد  
اليورانيوم

## المفاعل النووي

يحتوي قلب المفاعل النووي  
قصب من لور سوم (هي قضبان وفود)،  
سها فصل من نيوترون (هي قضبان  
محكم) التي بمقدورها امتصاص  
نيوترونات مُسعة والمحكم سرعة اندفاع  
الانشطار النووي تُسخن حرارة تُستخدم في  
سحر الماء، وسحر الماء يُستخدم في  
تدوير ترسبات مولدات الكهرباء



نوجد في قلب  
المفاعل قصب  
للفصل من فصل  
لوقود

بدور ماء في قلب المفاعل  
لقل الحرارة الناتجة عن  
الانشطار النووي

يوجه اشعاع في انابيب لإدارة  
ترسبات المولدات  
الكهربائية

## التفاعلات النووية

قصبان الوقود في مفاعل نووي تُسهل بعد حين وسعي أستاذها وهي تفاعلات خطيرة عالية الإشعاعية والتفاعلات النووية تبقى ذات فعالية إشعاعية حتى بعد 25,000 سنة، ونجبت انحصار منها بعلو شديد. ويمكن نحرشها مُركزة في خزانات من الفولاذ الذي لا يصدأ، مُحاطة بالحرسنة. أما التفاعلات الأكثر حضوراً فمحصر داخل كُلي راحة تحفظ لحرارة عمقا في ساحم مبحورة تحت لأرض



## تحول الكتلة إلى طاقة

كُنته لويح في مفاعل نووي اهل  
من الكتلة اندسة للمتعديلات  
يعني أن جزءا من الكتلة بلاشي  
في المفاعل وقد شُ أترت  
لنشتن ان الكتلة المتلاشية  
سحول إلى طاقة بمقتضى المعادلة  
ط = ك س<sup>2</sup>، حيث ط هي الطاقة

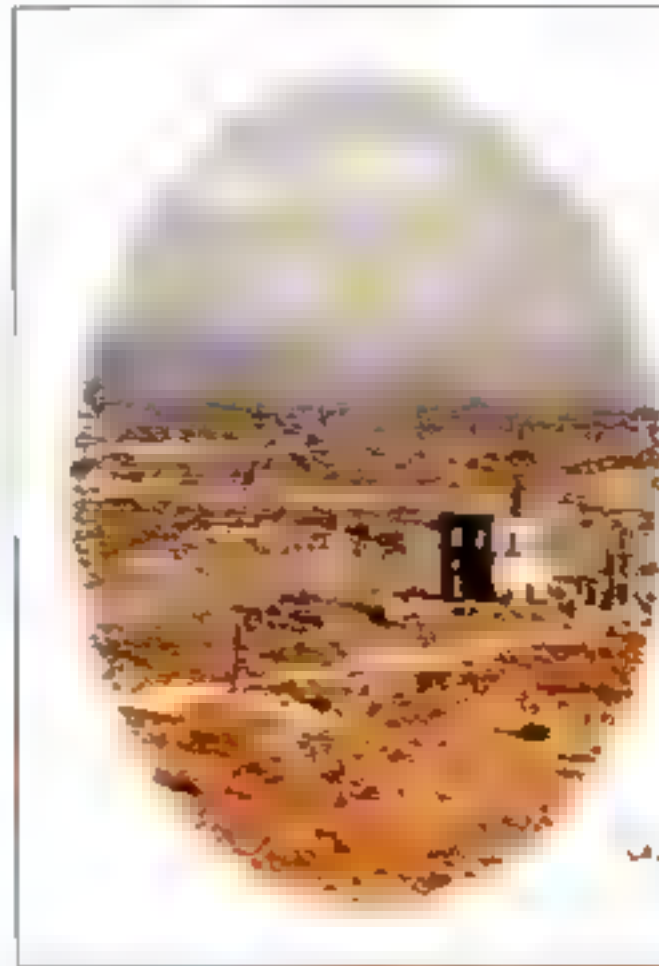
إساحة، ك هي الكتلة المتلاشية، و س سرعة الضوء. وحيث إن قيمة س كبيرة جدًا، فإن النقص لكتلي الصير يُولد كمّة هائلة من الطاقة. إن تحول كيلوغرام واحد من المادة إلى صاقة يتيح ما يعادل طاقة زلزال شديد كالذي حصل في مدينة مكسيكو عام 1985 وأحدث دمارًا فادحًا كما ترى في الصورة.





## الأسلحة النووية

كُتِبَ الْقِسْمَةُ الدَّرِيَّةُ طَافِهَا مِنْ لَاسْطَر  
 لَوِيَّيْهِ الْإِلَاحُكَوْمُ عَادَ خُصْبُ كَمَيَّانَ مِنْ  
 عَمِيرِ الْيُورِ سَوْمَ - ٢٣٥ وَ نَظَرَ الْهَلَوْتِيَوْمُ  
 - ٢٣٩ عَمَّا تَكْوِيْنِ كَتْلِهِ قُوَى الْحَرَحِ  
 يَحْدُثُ الْإِنْتَحَارَ أَمَّا نَفْسُهُ هَذِرُوحِيَّةِ  
 فَكُتِبَ صَافِيهَا مِنْ الْإِسْمَاحِ لَوِيَّيْهِ  
 وَهِيَ فِي عَرَفِ قِسْمَةٍ دَرِيَّةِ مُحَافَظَةٍ  
 بِالْهَلَوْتِيَوْمِ وَعَمْدًا تَهَجَّرُ نَفْسُهُ نَدَحِيَّةِ  
 تَتَوَلَّدُ دَرَجَةُ حَرَرَةٍ هَائِلَةٍ تَحْعَلُ نَوَى  
 لِدَوْتِيَوْمِ تَبْدِئُ طَافِهَا أَعْظَمُ فِي الصُّوَرَةِ  
 لِمَصْنَعَةِ مَطَرٍ لَعْنَةٍ هَرُوشِيْمَا فِي الْبَيَّانِ عَدَا  
 لِنُظْمِ عَدِي عَسَى دَرَّتْهُ عَامَ ١٩٤٥



## تسخير الاندماج النووي

حتى لا يذوب، ثم نستخدم الاندماج النووي عمداً على  
الأصيص المخصوص على الصلابة، فنعطي الأبحاث  
الاندماجية النووية استخداماً مكنه نسمى الاندماج  
وهي بضم واو، حيث نحوي حراراً بدمجها  
على شكل بلازما، ويجب احكامها بالبلازما  
درجة حرارة تبلغ عدة ملايين من الدرجات قبل  
احداث الاندماج، ويجب ان نؤمن بمساعدة ج  
وعدة احتيالي درجات الحرارة هذه فنستخدم  
مجالاتاً ومغناطيسية لحضن البلازما بعيداً عن  
جدران الوعاء

## الطاقة النووية

۱۹۰۵ میں میری لائبریری  
میں یہ کتابیں محفوظ کی گئیں

١٩١٩ أعلن البيوزيدي ارسيت  
 وقدمورد من خلفه لواء قزاة شروحين  
 ١٩٢٩ أعلن العلماي الأسمان أونو  
 مدعي وفرغوا ستراسمان اكتشاف  
 الاشطار النووي

١٩٤٧ بقى الإيطالي، أنريكو فرمي، أول  
مُعَدِّل نووي في جامعة شيكاغو  
بالولايات المتحدة

١٩٥١ توليد كهرباء بالبطاقة الورقية لأول مرة بواسطة مُفاعل مُولّد اختراجه في أيداهو، بالولايات المتحدة.

١٩٥٦ بدأت أول محطة قدرة بويّة  
تجاريّة بالعسل في كاندل هول، بإسكترا  
١٩٨٦ امتدّ جارّ مداهل شربوس، بروسيا،  
أطلق سُحُبًا من الموادّ المشعّة وصعدت  
إلى أسوج

١٩٩١ أول انضمام لـ نوبل متحكم به في  
مختبر جت (الطوروس الأوروبي  
مسترك) في أكسفورد، دكتور

ليز مايتھر

عملت سكرتيرة (١٨٧٨-١٩٦٨)، المسماة  
مولد، في برلين منذ العام ١٩٠٧ مع الصربياني  
الألماني أوتو هافس. وفي عام ١٩٣٨،  
صُفرت للفرار من الحكم النازي إلى أسوش  
وبعد مضي بضعة أشهر على وجودها في أسوش،

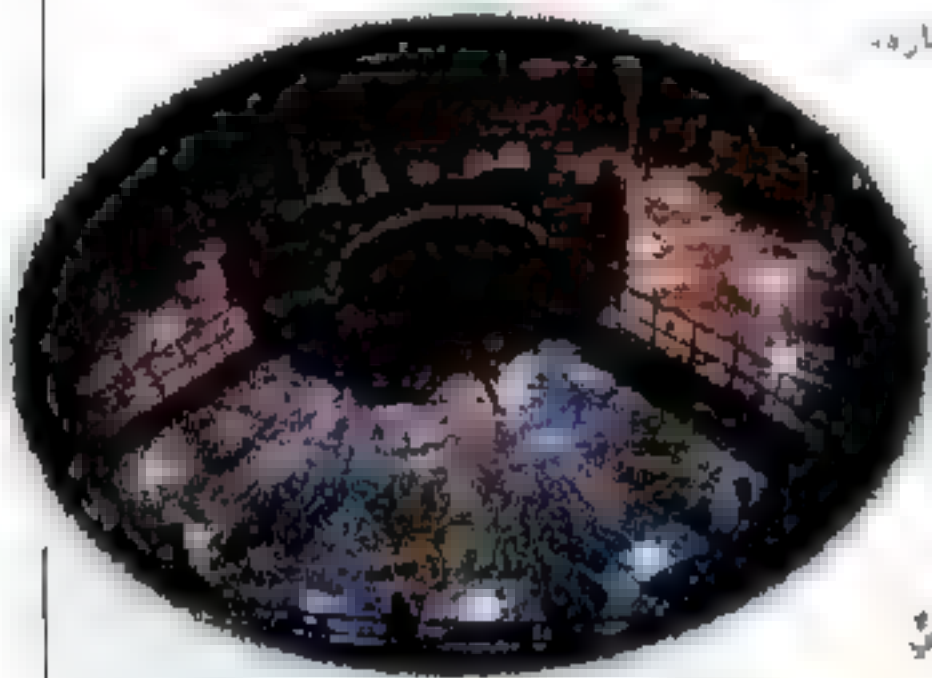
أعلمها هاهنا عن بعض نتائج مُحترقة، توصل إليها في  
حدى التحارب مع ألماني آخر هو فرتر ستراسمان فأدركت  
مباشرة هاهنا فله حَقُّ قلن بواقي اليوم: أي إنه اكتشف الانشطار  
النووي. وعندما أعلن هاهنا الاكتشاف، لم يُشر إلا بقليل من الفصل لمطبة  
مباشرة ونفاذ بصيرتها. وفي عام ١٩٤٤، مُنح هاهنا جائزة نوبل، دون أن  
تفاسمه ماشه ذلك الشرف

بواة الهيدروجين الثقيل  
 (الديوتريوم)  
 اندماج نوى  
 الهيدروجين  
 بواة الهيدروجين  
 الأثقل (التريتيوم)  
 النيوترون  
 الاندماج النووي  
 تكتسب جميع النجوم،  
 بما فيها الشمس،  
 طاقة  
 مُنتجة  
 من تفاعل نووي  
 هليوم

## الاندماج النووي

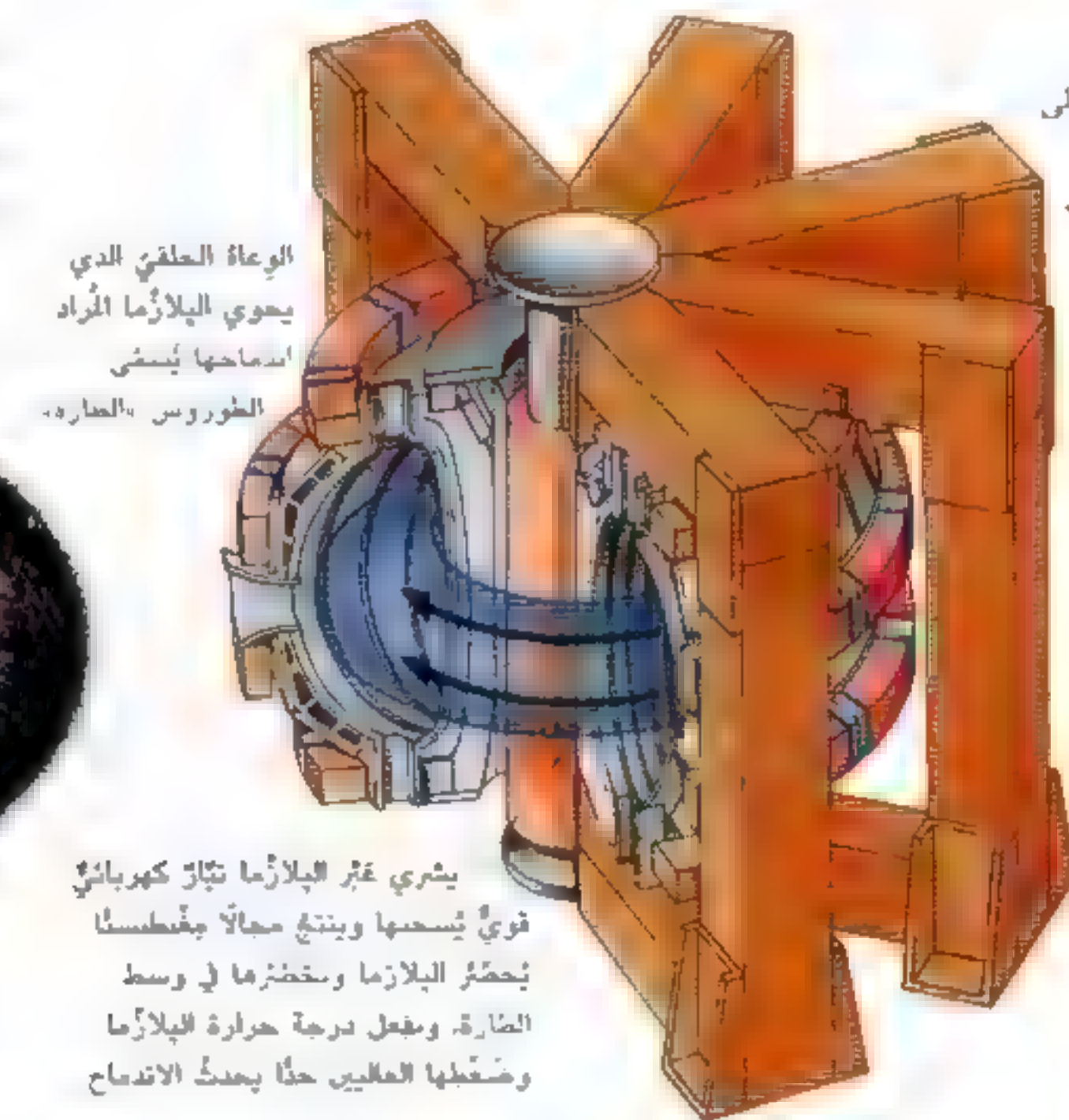
فيوترون  
مُنْتَعِد

تكتسب جميع النجوم،  
بما فيها الشمس،  
طاقة هاليدماح  
المووي؛ وهو التمدغل  
الذي تدمغ فيه نواتج أو أكثر  
من هلي الشمس  
مثلاً، تدمغ نوى الهيدروجين  
لإنتاج نوى  
الهليوم، والتقص الكتلي في هذه العملية  
يتحول إلى طاقة



## مُساوِغُ الاندماج

وتتبدل جهود أخرى لإنتاج اندماج نووي مخكوم  
في مكاتب تسمى فضاءات الحرم الحسينية  
التي يعمد فسادع التوكيركة، بالولايات المتحدة  
أعظمها قدرة هذا الفضاء، الخركر في حرائ  
ماء، بوجه مصة كهربائية قدرتها ١٠٠ تريبون  
وط نحو ثمانية من عار الديوتريوم بحجم حث  
استي عند إطلاق المخزعة بغير سطح الماء  
شبر كهربائية تحمي العار إلى علايس درجات  
الحرارة لضعة أجزاء الليون من الثبة - وهي  
تعد غير كافية ليده تفاعل الايديماح، لكن  
الحث والتجارب مستمرة



**لاريب من المعلومات الخطر**

السنة الحادية ص ٢٤  
 لشباط الإمتاعي ص ٢٦  
 السبعة ص ١١٨  
 مصادر الطاقة ص ١٣٤  
 محولات الطاقة ص ١٣٨  
 الكهرباء الشارطة ص ١٤٨  
 المغناطيسية ص ١٥٤  
 أشعوم ص ٢٧٨  
 حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



# تحوّلات الطاقة

في التفريغ الكهربائي تتحوّل الطاقة الكهربائية بمشهد مُثير إلى طاقة ضوئية وصوتية وحرارية. والواقع أنّ تحوّلات الطاقة من شكل إلى آخر جارية حولنا باستمرار. فعندما تضغط ررّا كهربائياً، تتحوّل الطاقة الكهربائية فوراً إلى طاقة صوتية وحرارية. واليراعة (يرقانة الحُباب) تُحوّل الطاقة الكيميائية في عِدائها إلى طاقة صوتية وإلى طاقة حركية عند الحاجة. وأنّ حين ترفع جسمًا ثقيلًا، تتحوّل الطاقة الكيميائية في عضلاتك إلى طاقة كامنة في الجسم المرفوع. فكلّما ازداد الشغل المبذول، تزداد الطاقة المحوّلّة.



## تغيّرات الطاقة

في القوس المشدودة طاقة مرونة كامنة، كما في نابض مضغوط. فحين يُسحب

النابض، تتحوّل الطاقة الكامنة فيه إلى طاقة حركية في السهم المنطلق. وعندما يصيب السهم الهدف، تُسحب زخمه؛ فقد تحوّلت طاقته الحركية إلى طاقة صوتية، وقليل من الطاقة الحرارية. الجدارية المصرية أعلاه تُمثّل المبرعون رئيسي الثاني

في ساعة المُنْه، تتحوّل الطاقة الكامنة في الزنبرك المشدود لآلة إلى طاقة حركية في عقارب المُنْه، وإلى طاقة صوتية في نكاته ويظل المُنْه يعمل حتى فقدان الطاقة الكامنة في زنبركه.

## إذا أكلت جرّة، تنتقل الطاقة

الكيميائية المحتزنة فيها إلى جسمك، وتُستخدَم في أنشطة عديدة كالنفس والحركة. وفي تدويرك ساعة المُنْه، تستنز الطاقة الكيميائية هذه إلى طاقة مرونية كامنة في زنبرك المُنْه



أوراق الخبز الخضراء تُحوّل طاقة الشمس الصوتية إلى طاقة كيميائية في سكر الخبز المخلوق الصوتي



تتحوّل الطاقة المرونية داخل لشمس إلى طاقة حرارية وضوئية.

تُطلق مفعلة طاعة السهم الناري الكيميائية كطاقة صوتية وصوتية عندما يهبط في الحز

## سلسلة طاقة

هل تدري أنّ ساعة المُنْه، في حقيقتها الأمر، تستمد قوتها من الشمس؟ إنّ الطاقة بادرًا ما تتحوّل مباشرة من شكلها الأولي إلى شكلها النهائي؛ بل تمرّ عادة في سلسلة من التحوّلات. فطاقة الشمس تُسمّى العداء؛ وسأولها هذا العداء نحو مخزون من الطاقة الكيميائية، في أحسامنا، يُمكننا استخدام بعضها في تدوير ساعة المُنْه وهذا يُكسب المُنْه طاقة كمنه يُحوّلها بدوره إلى حركة وطاقة صوتية



السهم الناري المنطلق إلى أعلى فيه، إلى جانب طاقتي الحركة والوضوح، طاقة كيميائية وكلّما ارتفع تنريد طاقته الكامنة، لكن ينخفض مخروته من الطاقة الكيميائية بالاحتراق الوقوف فيه

## طاقة المتفجرات

للمفجرات مخزونات عالية الفورة من الطاقة الكيميائية وهي لا تحوي بالضرورة طاقة أكثر من غيرها من المواد؛ لكنّها تتميز بقدرتها على إطلاق هذه الطاقة بسرعة فائقة. الأشهر النارية تحوي مُفجرات، فعندما يُشعل صدروخ منها، يرتفع في الجوّ ثم ينفجر في غرض يهيج الألوان فالطاقة الكيميائية في المواد المتفجرة تحوّل إلى طاقة حركية وحرارية وصوتية وصوتية



## ألورد كلفن

وليم طومسون (1824-1907)، رياضي وفيزيائي بريطاني، وُلِدَ في بلفاست ببرلندا الشمالية. دخل جامعة غلاسكو في العاشرة من عمره وأصبح أستاذًا في الثانية والعشرين. أسهم في تأسيس علم الديناميكا الحرارية، فأرّس علاقات مُحَدّدة بين الحرارة والشغل والطاقة كما اخترع مقياس درجه الحرارة المطلقة مقياس كلفن وحقق اكتشافات مهمة في محالّي الكهرباء والمغناطيسية. خطي سنكرم الملكة فيكتوريا فأصبح لقبه ألورد كلفن



السهم الناري، قبل انطلاقه، يحوي كمية كمنه من الطاقة الكيميائية، لكن لا طاقة وضع عند اشعال السهم الناري ينفث منه دفق من الغازات الحارة إلى اسفل مما يدفعه بقوة إلى أعلى، إلى أعلى





تنتقل  
طاقة  
الصدم عبر  
الكرات الى  
الكرة الاخيرة  
فتدريجيا ولي  
ترجع لعودة  
تصدم هذه الكرة  
صفت الكرات  
السائكة فتدريج  
الكرة الاولى وتعاود  
الكرة

أرجوحة بيوس

مع تكرار الصدم من كراتي  
الحاسن وصف الكرات نعد  
الطاقة التي ارجحت بها الكرة  
الاولى تدريجيا، على شكل  
حرارة وصوت، حتى تتوقف  
الكرات عن الحركة

ارجح الكرة  
الطرفية من  
صف كرات  
ارجوحة  
بيوس حاسنا ثم  
اطلقها لتصدم  
صف الكرات  
السائكة

## بقاء الطاقة

من المبادئ الفيزيائية الأساسية أن الطاقة لا تُخلق ولا تُفنى، إنما هي تتحول (أو تُحوّل) من شكل إلى آخر. وخلال عملية التحول هذه يتبدّل بعض الطاقة كحرارة - بحيث يبقى مجمل الطاقة الناتج (مع الحرارة المبددة) مساوياً للطاقة المحوّلَة (أو لمتحوّلها). وينمّن هذا المسدأ في أرجوحة بيوس حيث يضع بعض الطاقة، كصوت وحرارة، تدريجياً، بينما نستمرّ كرات الحاسن بالترّجّع المتناقص والصدم متروكة حتى تتوقف عن الحركة

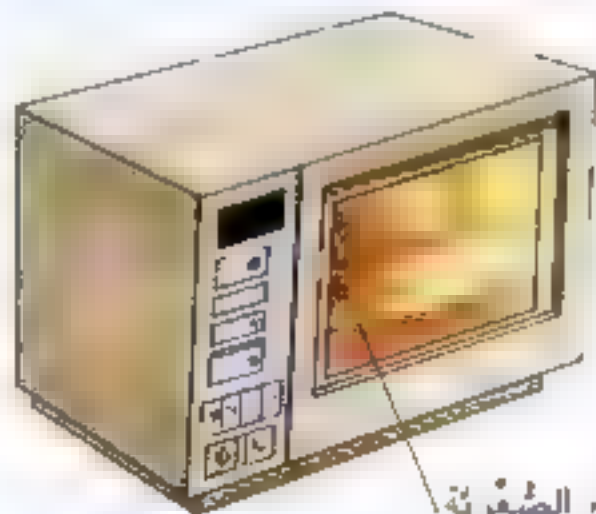
## الحركة الدائمة

حاول الكثيرون على مرّ الزمان تصميم مكات تعمل باستمرار دون مصدر للطاقة أي مكات دائمة الحركة، وهو حلم يستحيل تحقيقه، فلا بُدّ لأيّ مكّة حقيقيّة من مصدر طاقة دائم، وليس هذا فقط، بل إن طاقة الدّخل في أي مكّة هي دائماً أكبر من طاقة خرجها



عام ١٨٢٤ اقترح احداهم تصميمنا  
لمكّة دائمة الحركة - على افتراض أنّ  
تقلّ الكرات المتحركة على امتداد الانوع  
سيُنتجى الدولات دائراً باستمرار

الفرّان العاديّ يستهلك طاقة  
كبيرة لإحماء الكفت أو المقلاة



فرّان الامواج الصّغرى  
(الميكروويف) لا يُبدّد طاقة في إحماء  
الطّبق، فهو يُستحقّ الطعام فقط.



## توفير الطاقة

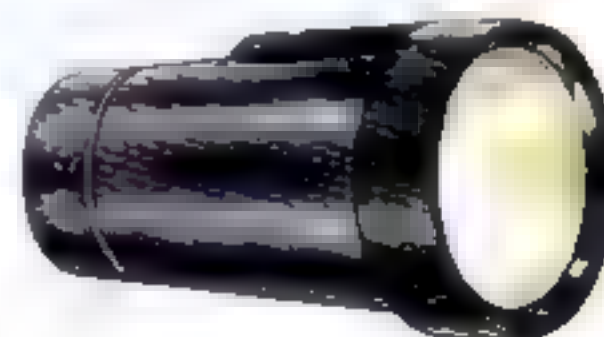
يبحث علينا المحافظة على مصادر الطاقة العالية النوعية، كالكهرباء والنفط والغاز الطبيعي والنفط، لأنّ مواردها محدودة. فاستخدام فرّان الامواج الصّغرى (الميكروويف) مثلاً، يوفر الطاقة لأنّه يسهّل طاقة أقلّ من الفرّان العاديّ في إحماء الطعام، والتمرّ الجيد العزل الحراريّ يُدقّق كميّته وفقد أقلّ، وصيانة المكاتب جيّداً كميّته يعمل بكفاءتها القصوى

## الطاقة المفيدة

يُبدّد المظار البياريّ بعض الطاقة الحرارية غير بدّخته، ومن العسير استخدام هذه الطاقة لشئ ما غير آخر. فالحرارة المُبدّدة طاقة عديمة الجدوى وحيصة النوعية بالمقدرة من الطاقة الكهربائية طاقة مُجدية وعالية النوعية والمعروف أنّه كساً يعيّر شكل الطاقة فإنّ بعض الطاقة العالي النوعية يُضيّع. وهذا يعني أنّ كميّة الطاقة المُجدية في الكون هي ذوماً في اجماع



المطاريات لحافّة، كذلك المستخدمة في مصباح الحليب، تُبدّد ١ بائنة فقط من مُحتواها الصافي



## كفاية (مَرْتُود) الطاقة

عندما نستخدم شكلاً من أشكال الطاقة للقيام بشئ ما، يتبدّد جزء من الطاقة دائماً على شكل حرارة عات فمصباح الشّور مثلاً لا يُحوّل من الطاقة التي نستهلكها إلى طمو صوتيّه إلا قرابة ٥ بالمئة فقط، والباقي يتحوّل إلى طمو حراريّه مهدورة. لذا نقول إنّ كفاية المصمجة هي ٥ بالمئة والواقع، أنّه لا يمكن لأيّ مُحوّل طاقة أن يكون كفاءته ١٠٠ بالمئة

صفحة المصباح الكهربائيّ تُبدّد ٩٥ بالمئة من الطاقة التي نستهلكها

## لمزيد من المعلومات انظر

- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- الشغل والطاقة ص ١٣٢
- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- الحرارة ص ١٤٠
- الكهرباء الثّباتية ص ١٤٨
- الرّعد والرّيق ص ٢٥٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨



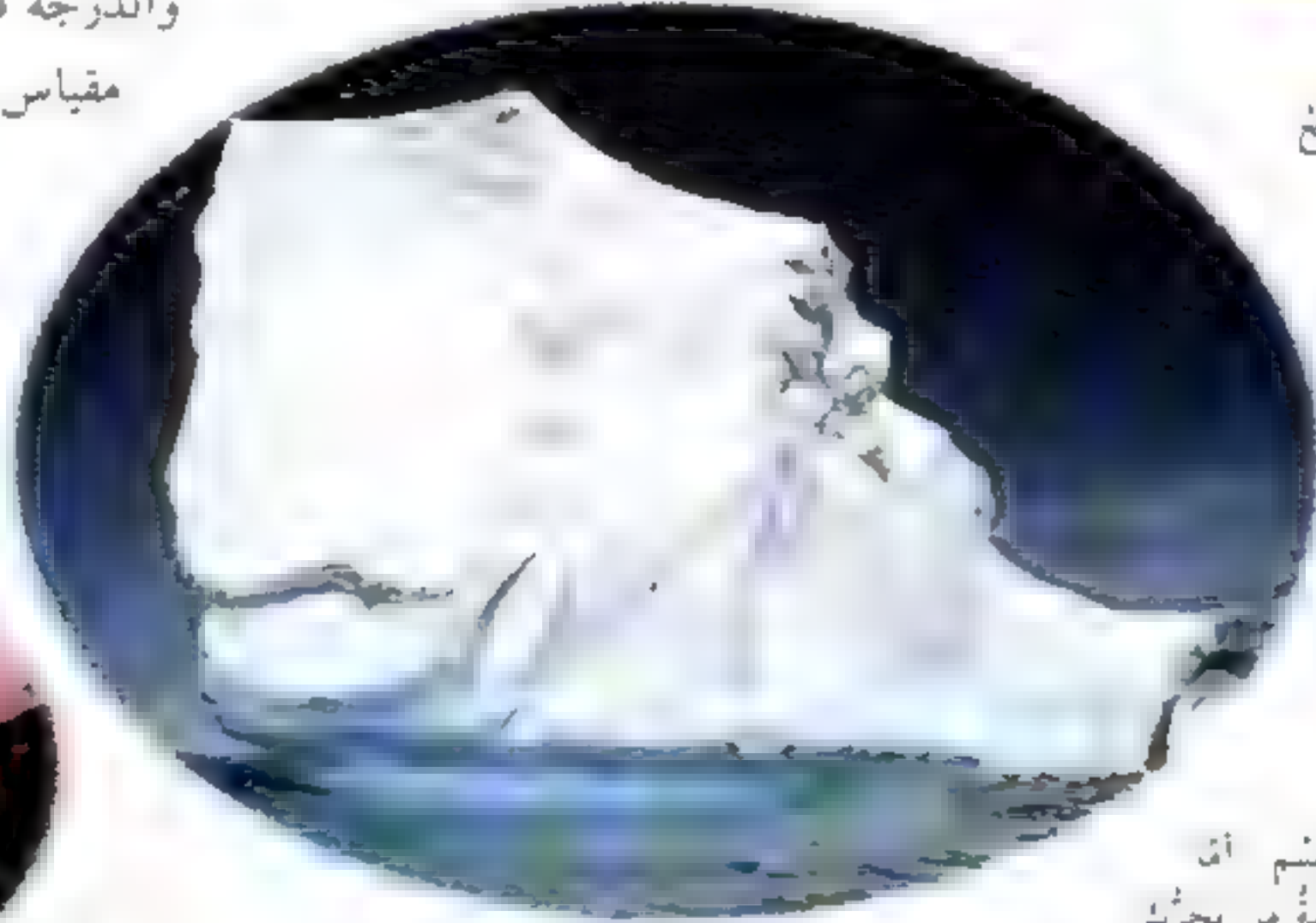
# الحرارة

كَمْ دَرَجَةُ الحرارة اليوم؟ للإجابة عن هذا السؤال بدقة، يلزمك ترمومتر - أي ميزان حرارة لقياس ذلك. جميع الترمومترات مُدرجة بمقاييس تُستخدم نقطتين ثابتتين هما: دَرَجَةُ حرارة انصهار الجليد، ودرجة حرارة غليان الماء على ضغط جويّ عياري. هنالك ثلاثة مقاييس مهمة لدرجة الحرارة هي: مقياس سيلسيوس ومقياس فهرنهايت والمقياس المطلق أو مقياس كلفن. فدرجة انصهار الجليد على مقياس سيلسيوس هي صفر° س، ودرجة غليان الماء ١٠٠° س. على مقياس فهرنهايت، درجة انصهار الجليد هي ٣٢° ف ودرجة غليان الماء ٢١٢° ف. أما مقياس كلفن فيبدأ من أدنى درجة حرارة مُمكنة نظريًا، وهي درجة الصفر المطلق؛ والدرجة فيه مُساوية قَدْرًا لِلدرجة في مقياس سيلسيوس.



## الترمومترات الطبيعية

رُحَدُ الرُّعُفَر ترمومتر صغرة تنفتح وتغلق عند ارتفاع درجة الحرارة وبتقلصها وهي دالة للدرجة التي يروى صغرة في درجة الحرارة تبلغ ٠.٥ س

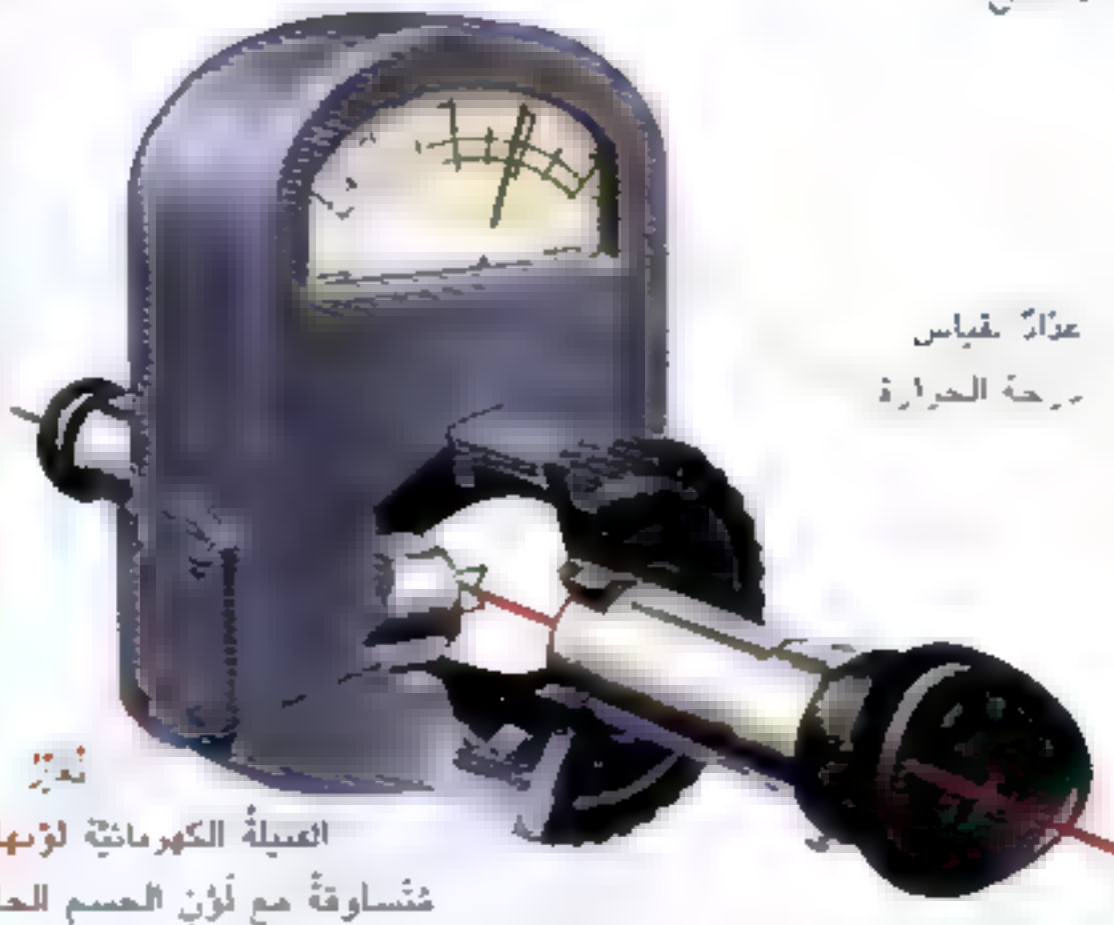


## الحرارة ودرجة الحرارة

هناك فرق بين الحرارة ودرجة حرارة. درجة حرارة هي مقياس سرعة تحرك جزيئات الجسم أو الحرارة هي صفة الجسم المتحركة من جزيئاته. هناك كمية من الحرارة في حل حديدي، مثلاً، أكثر بكثير مما في كوب ماء حار، بالرغم من درجة حرارته العالية، لأن حل الحديد، رغم أنه أبرد، فهو أكثر بكثير

## الصخور المنصهرة

اللاية المصهورة من البراكين هي صخور مصهورة درجة حرارتها تقارب ٦٠٠ س بصورة أعلاه لتكدي في حركته هاري بالمحيط نهدي



عداد مقياس  
درجة الحرارة

نوع  
التيه الكهرومائية لونها  
تساوقة مع لون الجسم الحار

## غبريال فرنهيت وأندرز سيلسيوس

غبريال قابيل فرنهيت (١٦٨٦-١٧٣٦) اخترع الترمومتر المعروف باسمه وهو فيزيائي ألماني استقر في أمستردام بهولندا، وأصبح صانع الآلات أم



اندرز سيلسيوس

اندرز سيلسيوس (١٧٠١-١٧٤٤) قد اخترع المقياس المعروف باسمه، والمُسمى بالمدي المنوي التدرج بقاس لفرق بين تقصي محمد الماء وعلياته. كان سيلسيوس أستاذًا لعلم الفلك في أيسلا بأسوح، وكان الشفق الشمالي (الأضواء القطبية الشمالية) موضوعه المفضل.

## قياس درجات الحرارة العالية

يستخدم ترمومتر في قياس درجات الحرارة العالية حد كدرجة حرارة اللاية ينشأ من البراكين، ودرجة الحرارة داخل قوس صناعه الزخاج ترمومتر لقطعة يومية يعني قياس شارة نوح الأشياء باليوب محبته حسب درجة حرارتها. ونحو الترمومتر فيبه كهربائي يحسب شدة كهربائي حتى يصادق لونها مع لون الجسم الحار فتنقش درجة الحرارة بياس هذا

## ترموتر الكبس

ترتّب خربث سلورب الشانه في صوب مظلم كما في سلورب الحامدة كنها تنسب كمثل بعض هذه السلورب يتغير لونه نفا لدرجة الحرارة، فيستخدم في ترمومترات شريطية لأخذ درجة حرارة الأولاد والأطفال. فالحرارة بعد برت لخرينات فيسرة بذلك مرور الضوء عن سطح موهج بلوي مختلف نفا لدرجة حرارة الوند



## تأثيرات الحرارة

تتمدد معظم المواد بالتسخين وتقلص عندما يبرد. فالحسنة المولادية التي طوله ١٤٠٠ م في الشتاء يزداد طوله بحوالي نصف متر في الصيف. عندما تسخن المادة تكتسب طاقة تجعل حركتها تتحرك بسرعة أكبر وأبعد، فتتغير المادة حينئذٍ أكثر. وعند تغير درجة الحرارة بما فيه الكفاية، تتحول المادة من حالة إلى حالة أخرى. فذا سخن حامد إلى درجة حرارة انصهاره، فإنه يتسائل، وذا سخن سائل إلى درجة حرارة غليانه بما فيه الكفاية فإنه يغلي ويتحول إلى غاز أو بخار.

تتمدد القليبة  
باعتبارها تتمدد  
انقباض الهواء

يرتفع الماء داخل  
الأنبوب عند تسخين  
القليبة بين  
راحتي اليدين.

الأنبوب الزجاجي يمتد  
الغليظة وينعمر في الماء

لا ترتفع درجة حرارة  
الماء أثناء الغليان بالرغم  
من ضخامة التسخين

## الحرارة الكامنة

يمتص السائل  
المتحول إلى بخار  
كمية من الحرارة

دون أن ترتفع درجة حرارته  
هذه الطاقة الحرارية تستخدم

في تحويل السائل إلى بخار وتحتوي

فيه وتعرف بالحرارة الكامنة. وعندما يتكثف البخار  
من سائل، تطلق الحرارة الكامنة، فتسخن الوسط  
بكمية كذلك تمتص بحرارة الكامنة أيضا عندما  
يصهر الجليد، وتطلق عندما يجمد السائل

طرق التمدد  
تتمدد بالحكم في  
كتلة حشنة

بوت الشموع  
يسخن الشمع

بمحرّف مؤشّر  
عن مقياس  
الدرجة

تتمدد التمدد الحبيبات  
بمعدّل التمدد ويترك  
معها المؤشّر

تقلّ مقياس التمدد  
في سعة

مقياس الحرارة

مقياس التمدد  
تسخن الشموع جامدا من التمدد التمدد - دافعا إبرة الحياكة على  
محورها، والإبرة بدورها تتحرك المؤشّر على المقياس المتحرك

## تمدد متباين

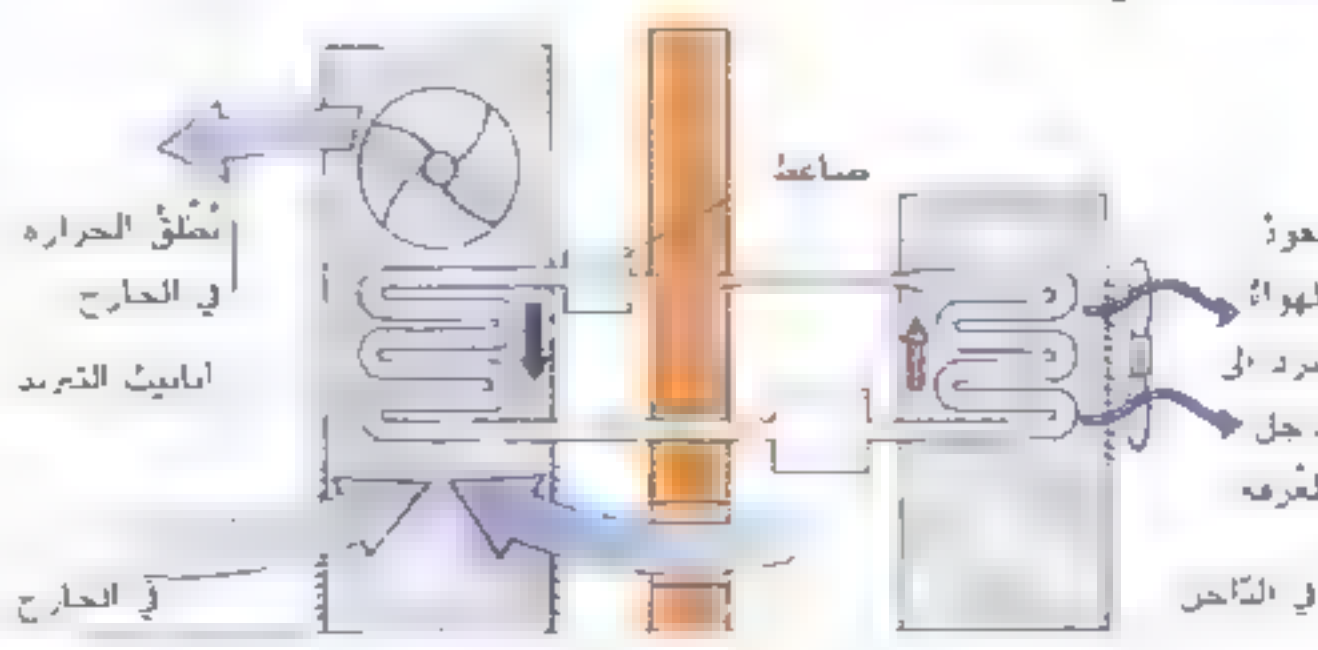
تمدد التمدد متباين متباين متباين، ونستخدم  
هذه الظاهرة في تشغيل الترموستات التي تقيس  
درجة الحرارة. يحتوي الترموستات شريحة  
ثابتة التمدد - غالبا من التماس الأصفر  
والحديد. في الترموستات التمدد، تشي  
الشريحة بالإحماء لتقطع التماس الكهربائي  
عندما تبلغ درجة حراره درجة التمدد  
المطلوبة

### لربيب من المعلومات أنظر

- معدّات الحاء ص ٢٠
- المعدّات الحركية ص ٥٠
- شوك المعدّات ص ٥١
- لألوان ص ٢٠٢
- لمركبات ص ٢١٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٠٨

## مكيف الهواء

مكيف الهواء يبرد بفعل التبريد، فيتمدد السائل المتبرّد بالتبريد متحوّلا إلى  
غاز داخل أنبوب التبريد. ويمتص التمدد حرارة تبريده من الهواء الذي  
تسحبه المروحة من الغرفة ليغاد أبرد إليها. في حين يضغط غاز التمدد في  
صاعقة خارج المبنى حتى يتسبب زيادة، تطلق الحرارة التي امتصها من  
الهواء داخل الغرفة

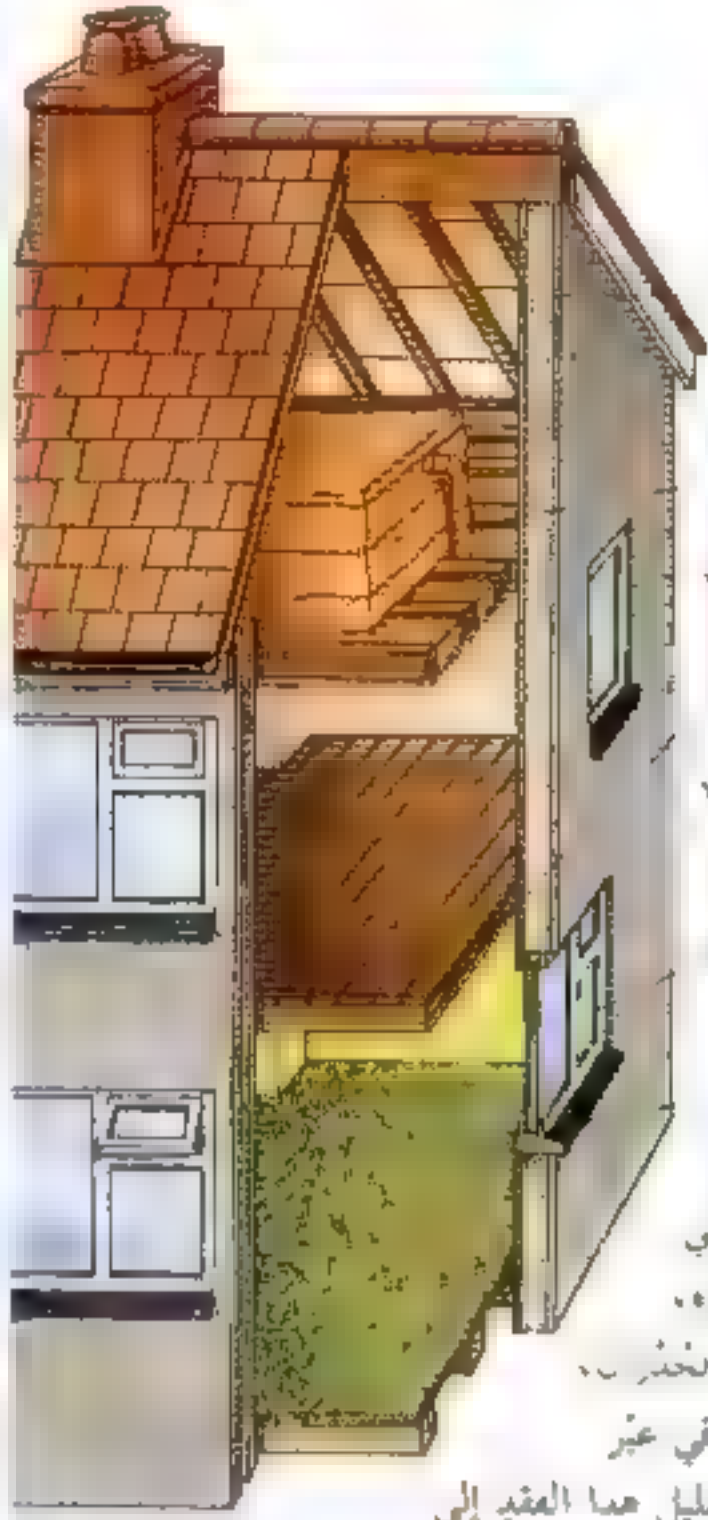


## تخفيف الألم

يُعالج هذا الرياضي برذاذ، مُلغظ للألم،  
من مافوق سرعة التبريد. وتُخفف الحرارة  
بكامنة التمدد تتبرّد من يد الرياضي  
تبرّد، ويخفف الألم. والتبريد نفسه  
يبرد التبريد لأن سحر عرق يستقر  
حراره من جسمه



# انتقال الحرارة



يُخسَرُ قَرَارًا  
الجدار بزعَاوة  
البوليسْتيرين

رَجَاحٌ لِبَقِي عَدَلٍ فِي  
السَّقْفِ وَالْمُظَلَّةِ

هَوَاءٌ مُخَسَّرٌ فِي الْفُشْحَةِ  
تَحْتَ اللُّوَحِ الْأَرْضِيَّةِ

هَوَاءٌ مُخَسَّرٌ بَيْنَ لَوْحِي  
الرَّجَاجِ فِي التُّوَادِ  
الْمُرْدُوحةِ التَّرْجِيحِ

السُّخَّارُ يُعْطَى  
الْأَرْضَ

تَوْفِيرُ الْحَرَارَةِ

بَحْرَةٌ سَرَتْ مِنْ مَسَابِي  
شَهِيَرَةٍ نَلَتْ مَدَى بَحْرَةٍ

وَأَكْثَرُ مَبْلَاغٍ يُفْعَدُ عَنِ الْخُذْرَانِ

وَالرُّبْعُ مِنَ الشَّعْفِ وَالْبَاقِي غَيْرُ

التُّوَادِ وَالْأَوْصِيَّاتِ وَلِتَقْلِيلِ هَذَا الْعَقْدِ إِلَى

الْحَدِّ الْأَدْنَى، يَسْعَى تَعْهِيذُ الْمَسَابِي جَيِّدًا بِوَسَائِلِ الْعَزْمِ الْحَرَارِيِّ

إذا كنتَ على مَقَرَّبَةٍ مِنْ نَارٍ أَوْ مَدْفَأَةٍ، تَسْرِي الْحَرَارَةُ إِلَى جَسَدِكَ مِنَ الْوَسْطِ  
الْمَحِيطِ. أَمَّا إِذَا كُنْتَ خَارِجَ الْبَيْتِ فِي يَوْمٍ قَارِسٍ، فَالْحَرَارَةُ تَنْبَعُثُ مِنْ جَسَدِكَ  
إِلَى الْهَوَاءِ حَوْلِكَ. تَنْتَقِلُ الْحَرَارَةُ دَائِمًا مِنَ الْجِسْمِ الْحَارِّ إِلَى الْجِسْمِ الْبَارِدِ،  
أَوْ مِنَ الْحَرِّ السَّاحِنِ مِنْ جِسْمٍ إِلَى جُزْئِهِ الْبَارِدِ. وَالْحَرَارَةُ تَنْتَقِلُ بِطَرِيقٍ ثَلَاثَ  
هِيَ: الْحَمْلُ (الْحَرَارِي) وَالتَّوَصِيلُ وَالْإِشْعَاعُ. فَالْحَمْلُ هُوَ انْتِقَالُ الْحَرَارَةِ  
بِتَيَّارَاتِ الْحَمْلِ صُعْدًا فِي السَّوَائِلِ وَالْغَازَاتِ، لِأَنَّ الْجُزْئِيَّاتِ الَّتِي تَسْخُنُ تَقِلُّ  
كثَافَتُهَا فَتَرْتَفِعُ لِتَحُلَّ مَحَلَّهَا جُزْئِيَّاتٌ أَثْقَلُ مِنْهَا. أَمَّا التَّوَصِيلُ فَهُوَ انْتِقَالُ  
الْحَرَارَةِ فِي الْحَوَامِدِ بَعِيدًا عَنْ مَصْدَرِهَا. فَعِنْدَمَا يَسْخُنُ جُزْءٌ مِنَ الْجَامِدِ، تَشْتَدُّ

ذُبُوبُ جُزْئِيَّاتِهِ، فَتَصْطَلِمُ بِالْجُزْئِيَّاتِ  
الْمَجَاوِرَةِ وَتَقِلُّ إِلَيْهَا طَاقَتُهَا الْإِشْعَاعُ  
هُوَ طَرِيقَةُ انْتِقَالِ الْحَرَارَةِ غَيْرِ  
الْقَرَارِ بِأَمْوَاجٍ كَهْرِمَغْنَطِيْسِيَّةٍ؛ وَبِوَسْطِيَّتِهِ  
تَصِلُ حَرَارَةُ الشَّمْسِ إِلَى الْأَرْضِ.



الإشعاع

حَمْلُ الْأَحْجَامِ تَنْتَعُثُ اشْعَاعَاتُ حَرَارَةٍ تَتَزَايَدُ بِأَرْدَابٍ  
دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْجِسْمِ. وَتَسْرِي هَذِهِ الْإِشْعَاعَاتُ،

وَيَعْرِفُهَا الْأَشْخَاصُ دُونَ الْبَحْرَةِ، بِسُرْعَةٍ نَصُوءٍ. نَكُنْ

فَتُؤَلِّقُهَا بِمَوْحِنٍ أَكْثَرٍ وَهِيَ، كَمَا نَصُوءُ، يَمُكِّنُ عَنِ شُحُوحِ الصَّلَاةِ وَمِنْهَا يَنْفُخُ الذِّكْرُ وَهَذِهِ  
الْإِشْعَاعَاتُ لَا تَرَى، لَكِنْ بَعْضُ الْكَامِرَاتِ تَسْتَطِيعُ التَّقَاطُفَ ضَوْوِيَّهَا عَلَى أَفْلَامٍ حَامِيَةٍ تُدْعَى عِشْرَانِ الْبُحْرَةِ  
الْحَرَارِيَّةِ. وَتَنْتَقِلُ شِدَّةُ الْحَرَارَةِ الشَّعْثَةِ مِنْ تَبَاطُئِ أَلْوَانِ الصُّورَةِ - أَشَدُّهَا وَأَسْفَلُهَا يَدْعُو بِالْمَوْنِ الْأَخْضَرِ

الحمل (التصعد الحراري)

عِنْدَمَا تَسْخُنُ الْمَيِّسَةُ، تَسْخُنُ الْهَوَاءُ فَوْقَ سَطْحِهَا  
وَيَرْتَفِعُ الْهَوَاءُ الْحَارُّ لِأَنَّهُ يَمْتَدُّ وَتَصْغُرُ  
كثَافَتُهُ، فَهَذَا الْهَوَاءُ الْبَارِدُ يَحُلُّ مَحَلَّهُ  
وَهَكَذَا تَتَكَوَّنُ تَيَّارَاتٌ مُسْتَمِرَّةٌ مِنَ الْهَوَاءِ  
صَاعِدَةٍ وَالْهَوَاءِ نَادِيٍّ نَارٍ لِلْحَمْلِ  
(تَصْعَدُ) الْحَرَارِي وَتُسْخِنُهُ الصَّارِثُ  
بِسُرْعَةٍ وَتَطَوَّرُ هَذِهِ لِنَارٍ لِحَرَارَتِهِ الصَّاعِدَةِ  
لِزَفْعِهَا عَالِيٍّ فِي

هَوَاءٍ



الرَّحَامُ مُوَضَّلٌ  
حَدُّ الْحَرَارَةِ

الدَّائِي مُوَضَّلَاتُ  
رَدِّةً لِلْحَرَارَةِ

الْمُؤَصَّلَاتُ الرُّدِّةُ لَا  
تَدْعُو بِدَرَجَةِ لُفْطٍ لَهَا  
لَا تَمْتَلِكُ الْحَرَارَةَ  
بِسُرْعَةٍ مِنَ الْيَدِ

التوصيل

تَحْتَلِفُ مُوَضَّلِيَّةُ الْمَوَادِّ لِلْحَرَارَةِ  
بِاخْتِلَافِ طَبِيعَتِهَا، الْغَلِيْزَاتُ هِيَ  
أَفْضَلُ الْمُوَضَّلَاتِ. إِذَا تَصَنَعَ  
الْفُؤُودُ مِنَ النُّبْرَاتِ، كَسَحَابِ



وَالْأَلُومِينِيُومِ، كَيَّي سَخُنَ بِسُرْعَةٍ. نَكُنْ مَعْنَاهُ  
نُصْغٌ مِنَ الْحَشَبِ أَوْ الْمَدِينِ لِأَنَّهَا رَدَّتْهُ التَّوَصِيلُ  
فِي عَارِلَةِ لِحَرَارَةِ الْمَاءِ أَيْضًا مُوَضَّلٌ رَدِّيٌّ  
لِلْحَرَارَةِ؛ وَكَذَلِكَ الْفَلِينُ وَرُجَاحُ بَلْبَعِيٍّ لِأَنَّهُمْ  
يَحْتَسِبَانِ الْكَثِيرَ مِنَ الْهَوَاءِ، وَلَعَارِثُ رَدِّ  
الْمَوَادِّ تَوْصِيلًا لِلْحَرَارَةِ



التلاؤم المناخي

أَشْكَالٌ وَأَلْوَانٌ كَثِيرَةٌ مِنَ الْحَيَوَانَاتِ ثَلَاثُ مِائَتِهَا  
سَاحِلَةٌ فَتَعْلَبُ الْفُكَّ (الْمُسَمَّى كَلْبُ الصَّحَارِيِّ فِي  
شِمَالِ إِفْرِيقِيَا وَسَبْعَةٍ)، مَثَلًا، لَا يَمُتُّشُ فِرْوَنَةُ الصَّغِيرَةِ  
لِاصْلَةِ بُلُوطٍ كَثِيرَةٍ مِنَ الْإِشْعَاعِ الْحَرَارِيِّ شَدِيدٍ نَهَارًا، كَمَا  
يَعْمَلُ أَدَمُ الْكَبِيرَانِ عَلَى تَقْلِيلِ الْحَرَارَةِ إِلَى الْهَوَاءِ بِالْحَمْلِ  
وَتَشْدِيدِ رُؤْدِ الْبَلِّ لِلصَّحْرَوِيِّيِّ بِحَمْلِ قُوَّةٍ عَمَلِكُ مِنَ الْهَوَاءِ  
مَا يَكْفِي لِمَعْقِدِ الْكَثِيرِ مِنْ حَرَارَةِ حَمْلِهِ بِالتَّوَصِيلِ



قَرَارًا

الكظيمة (القارورة الخوائية)

إِخْتَرَعَ الْكُظِيمَةُ الْعَالَمُ الْأَسْكُتَلَنْدِيُّ، جِيمْسُ  
دُبُوَار (١٨٤٢-١٩٢٣). وَهِيَ تَحْفَظُ الشَّرَابَ  
السَّاحِنَ صَاحِيْنًا، وَالْبَارِدَ بَارِدًا، لِأَنَّهَا تَمْنَعُ  
انْتِقَالَ الْحَرَارَةِ. تَتَأَلَّفُ الْكُظِيمَةُ مِنْ قَارُورَةٍ  
رُجَاجِيَّةٍ مُرْدُوحةٍ الْجُدْرَانِ، فَالْقَرَارُغُ بَيْنَ الْجُدْرَانِ  
يَمْعُ التَّوَصِيلُ وَالْحَمْلُ. وَالْجُدْرَانُ الْمَقْصُصَةُ  
الْمَاحِلُ مَعُ الْإِشْعَاعِ، وَتَسَدُّ الدَّائِيَّ أَوْ  
الْعَلَسِيَّ عَارِلَ حَيْدٍ لِلْحَرَارَةِ

لمزيد من المعلومات انظر

الحرارة ص ١٤٠

الطب الكهرومغناطيسي ص ١٩٢

تاريخ ص ٢٥٤

تكوين الشعب ص ٢٦٢

نضج ص ٣٩٠

حداق ومعلومات ص ٤١٨



# المحركات

يتحكم عمود إدارة  
الكامات في فتح  
الصمامات وعلفها

تفتح الصمامات لإدخال  
الوقود إلى أسطوانة  
المحرك وإخراج العادم  
(الفكسيفر) منها /

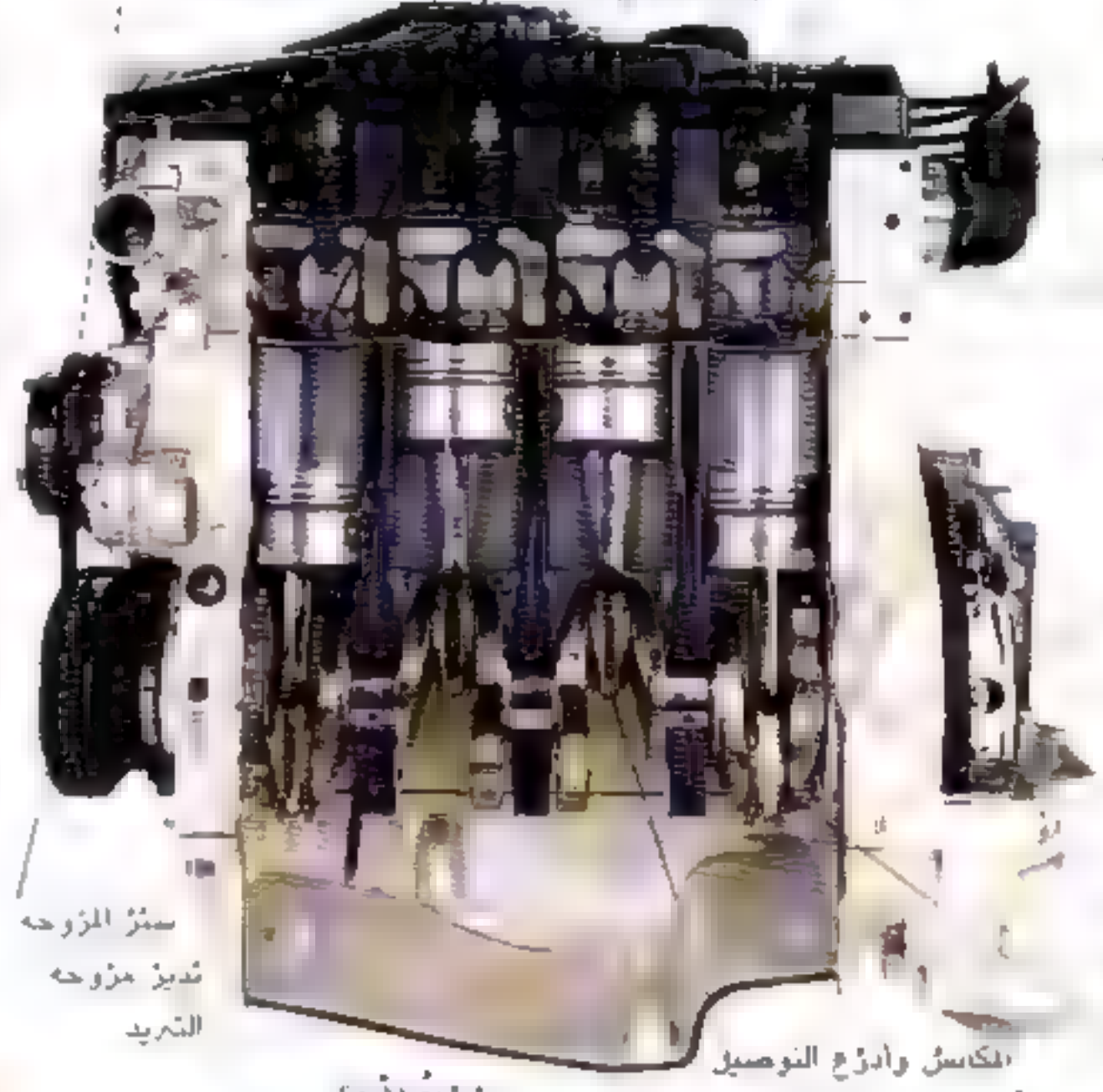
يدير الشير  
مصفاة الماء

يُعدي الموزع  
شعاع الإشعاع  
بكهرباء عالية  
الطاقة

صخاري ماء  
التبريد

يفصل القاصر  
تكتش  
المحرك عند  
تغير السرعة

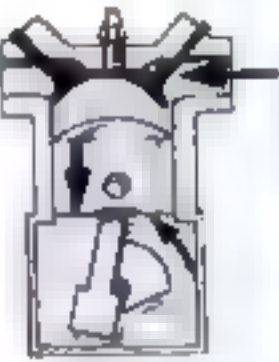
يدير العمود المرفقي  
الدوايب عن طريق  
القاصر وعلفة  
الثروس، وهو  
مُصلّ عمود إدارة  
الثامات بحيث تفتح  
الصمامات وعلف في  
وقت الصحيح



سنز المروحة  
تدير مروحة  
التبريد

المكسر وأدراج التوصيل  
تدير العمود المرفقي

شعاع إشعاع



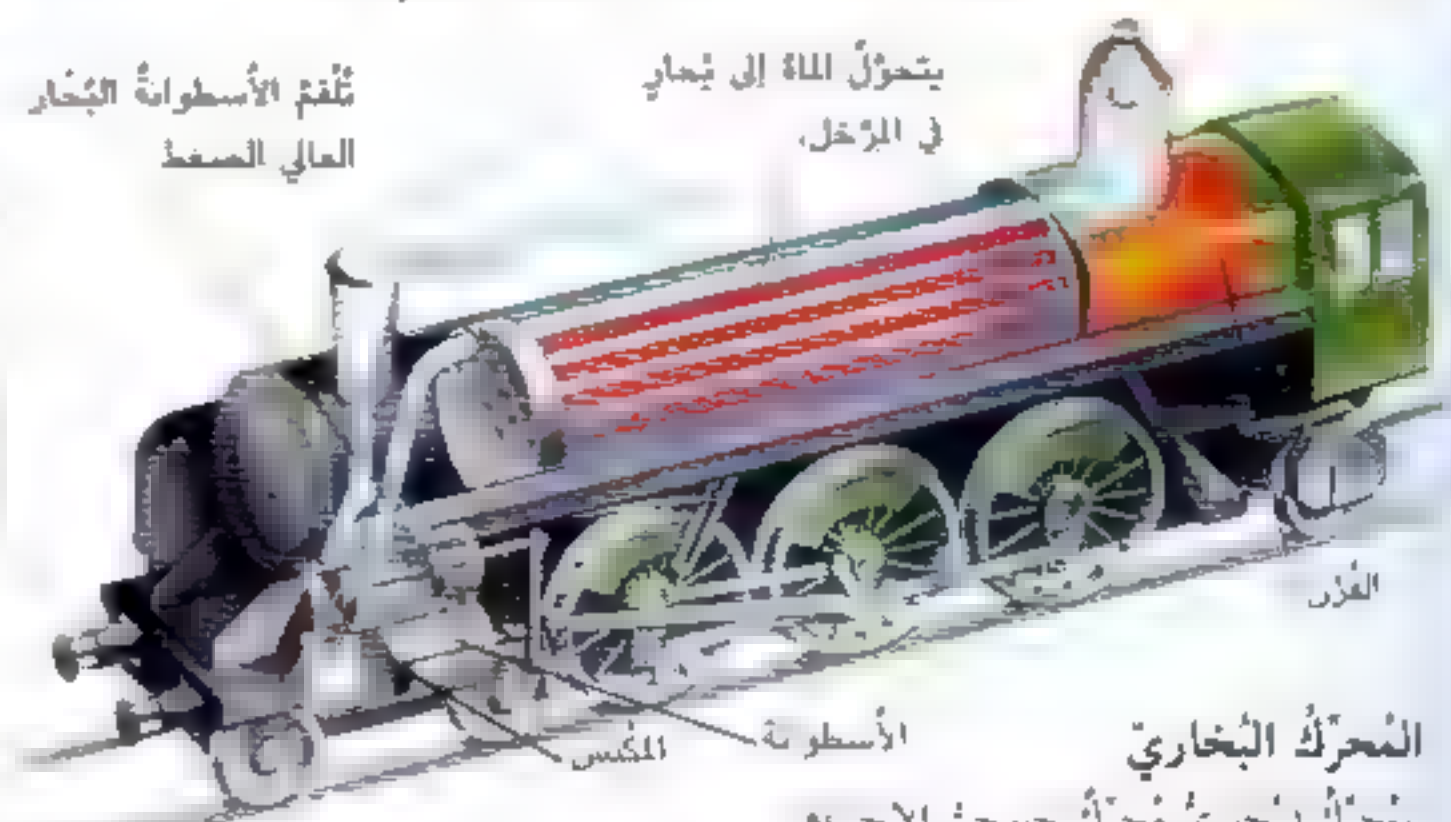
١. شوط السحب - يهبط المكسر سابقاً مزيج الوقود والهواء غاز يصمم الإدخال المفتوح.  
٢. شوط الانضغاط - يهبط المكسر ضابطاً المزيج الوقودي. كلا الصمامين مغلقتان.  
٣. شوط القدرة - تفتح شعاع الإشعاع المزيج فيدفع الوقود المنفجر المكسر إلى أسفل بقوة.  
٤. شوط الإفلات - يصعد المكسر شفوفاً الوقود المستهلك عبر صمام الإفلات (العادم) المفتوح.

## محرك الاحتراق الداخلي

نُدعى محرك الشارة محركاً داخلياً لآخرى لأن الوقود يحترق داخل أسطوانة. ومعظم هذه المحركات رباعية الأشواط أي يتبع قدرته في أربعة أشواط للمكسر. وتراوح عدد مكابس المحرك الواحد ما بين أربعة ونمائية، محرك عاقياً يُنتج قدره خرج مُواصلة

تلتفم الأسطوانة البخار  
في المزلخ.

يتحول الماء إلى بخار  
في المزلخ.



## المحرك البخاري

محرك البخاري محرك خارجي الاحتراق لأن الوقود يحترق في قارب خارج الأسطوانة. تنفري لعارت الحامة السجة عن حرق لعنم، غير المزحل فيحوي الماء أولاً في بخار، ثم لعنم البخار حتى تنبع صعد ودرجه حرارة عالين مل عدو الأسطوانة به حيث تمتد دفع المكسر تمتده وفي عاصره تنقل حركة المكسر بواسطة مجموعة من الأدراج إلى الدوايب

الصَارُوخ أقوى المحركات؛ فهو يستطيع رَفَع عربة فضائية ثقيلة عن الأرض وإطلاقها إلى الفضاء. الطائرات والسيارات والسفن والدراجات النارية ومكينات كثيرة أخرى تُسير بمحركات البنزين أو بمحركات الديزل. وبدون هذه المحركات كُنّا نَظَلْ نعتمد على قِوانا الذاتية أو على قُوى الحيوانات في النَقل والصناعة. المحركات تحول طاقة الوقود إلى حَركة بفعل تمدد الغاز الساخن؛ فيحرق الوقود لإحماء الغاز ويُسخّر تمدد الغاز في تدوير المكينات. بعض المحركات مَجهّز بمكابس تتحرك جَيئةً وذهاباً داخل أسطوانات، وتعرف هذه بالمحركات الترددية؛ وبعض المحركات عديم المكابس.

تُفتح الانبثالات (العادم)



تُفتح الانبثالات

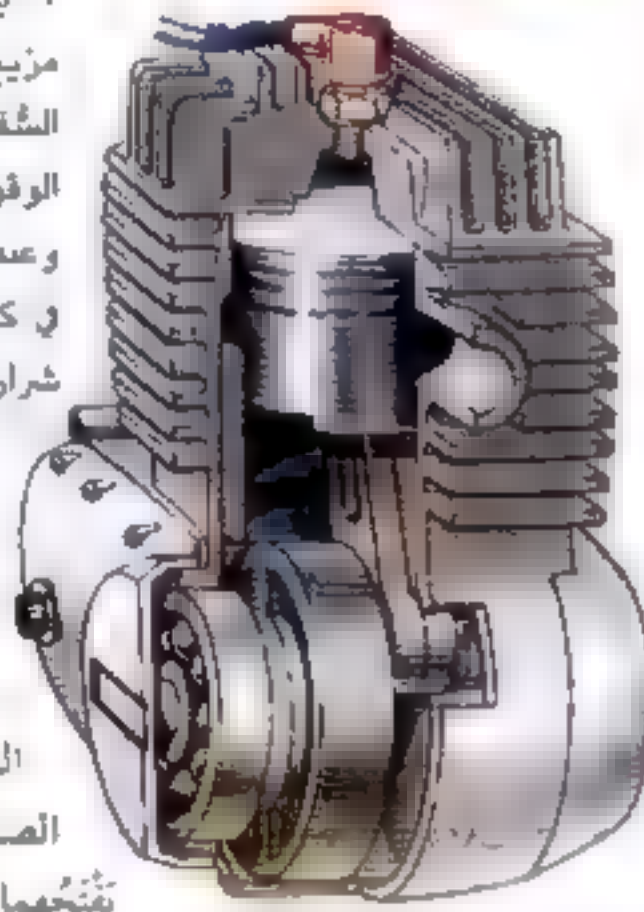


أسطوانة

مكسر



١. يصعد المكسر سابقاً مزيج الوقود إلى القسم السفلي من المحرك وضابطاً الوقود المتواحد في الأسطوانة وعندما يكون المزيج الوقودي في كامل انضغاطه، تفتح شرارة من شعاع الإشعاع  
٢. يهبط المكسر، دافعا وقوداً جديداً إلى داخل الأسطوانة عبر فتحة الاستفان ثم يدفع الوقود المستهلك إلى الخارج عبر فتحة الإفلات



## المحرك الثنائي الشوط

محركات الشرجاب اشارة ثنائية الشوط صغيرة وقوية، لكن كثيرة الصيغ. وهي عديمة الصمامات إذ يذل الصمامين هناك فتحتان في جدار الأسطوانة يفتحهما ويغلقهما تعاقبياً تحرك المكسر

## جورج ستيفنسون

القاطرة البخارية الناجحة الأولى كانت من صنع المهندس البريطاني جورج ستيفنسون (١٧٨١-١٨٤٨). بدأ ستيفنسون حياته العملية كحبير لصيانة المحركات والمضخات في المناجم قرب نيوكاسل بإنكلترا وفي العام ١٨٢٥، أسس مصنعاً للقاطرات حيث ضمّ وبني أول قاطرة استطاعت جرّ قطار للركاب على أول سكة حديد عامة في العالم بين دارلنغتون وستوكتون. أما أشهر قاطراته المُسمّاة «الصَارُوخ»، فقد فازت في مُباراة عام ١٨٢٩ حيث بلغت سرعتها ٤٦ كم/سا، واستُخدمت بعدئذ على الخط الحديدي بين ليفربول ومانشستر





## تطور المحركات

- ١٧١٢ صنع توماس نيوكومين أول محرك بحاري يستخدم أسطوانة ومكبس.
- ١٧٦٥ صنع جيمس واط محركًا بحاريًا أقوى من محرك نيوكومين بـ ٢٠ مرة.
- ١٨٠١ صنع ريتشارد تريفيثيك أول محرك بحاري عملي الصنع.
- ١٨٦٠ صنع إنياس ليونارد أول محرك داخلي الاحتراق، مستخدمًا مزيجًا من غاز الفحم والهواء كوقود.
- ١٨٧٧ طور نيكولاوس أوتو المحرك الرباعي الأشواط.
- ١٨٨٣ صنع غوتليب ديمر أول محرك بريقي.
- ١٨٨٤ صنع تشارلز بيرسون أول محرك بحاري لتوليد الكهرباء.
- ١٩٢٦ أطلق روبرت غودارد أول صاروخ بوقود صلب.
- ١٩٣٠ سجل فرانك هويل براءة اختراع المحرك نفث.

يبدف الصاروخ قذما كرو  
فقل لايتاق العارات  
المدعة حلقا.

وقود  
سائل

## الصاروخ

الصاروخ السط أروع  
المحركات، فهو يحرق  
الوقود في حجرة احتراق  
مفتحة عاراب ساحة مددة  
متدفقة إلى الخارج عبر فتحة  
في أسفه، فتدفعه قوة رد الفعل  
ضففا سرعة كبيرة تطلق بعض  
الشعر لفصاية باستخدام صواريخ  
مفروزة، تعمل بالوقود السائل، شبيهة  
بالأسهم الدرة العملاقة. وتستخدم صواريخ  
أخرى وقودا سائلا، كالبروسير، يحرق مع  
سائل آخر تدعى المؤكسد مكونا المصاء ذو  
ثلاثة محركات صاروخية تعمل بالوقود السائل.  
وتحرق مجمعة ٩٨ طن من الوقود في الدقيقة.

تثبت أرياش مستقرة في الحمار الدحني  
لثوجه الحمار بدقة نحو أرياش كل دولاب  
بالزاوية الصحيحة.

تحويل  
الحمار

الأرياش المركزية،  
حيث ضغط الحمار  
الأعلى، أصغر من  
الأرياش الطرفية.

خروج الحمار.

## التربين البخاري

التربين في أبسط أشكاله دولاب ذو  
أرياش مرتكبة على محور، فيمكن إدارته  
بالحمار أو الحمار أو الماء. تستخدم  
التربينات البخارية في محطات الطاقة  
حيث يدفع البخار العالي الضغط  
سواحجه لأرياش تدوير شرس الحصل  
بالقوة الكهربائية. والتربينات متعددة  
المراحل هي الأكثر كفاءة لأنها تستفيد  
بقريبا كامل طاقة الحمار.

تشغط

المروحة

المدومة الهواء

إلى الداخل

تزيد الضواغط المروحية ضغط الهواء  
وتدفعه إلى حجرة الاحتراق.

حجرة الاحتراق

الهواء الشاحن وعارات  
العاوم تتدفق إلى الخارج  
فوق التربين

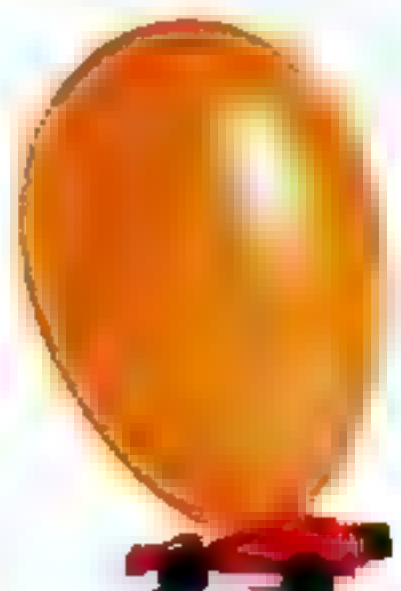
بعض الهواء  
يفرغ خارجا  
الجزء الرئيسي  
لمحرك

## المحرك النفث

مُعظم الصواريخ الحديثة عالية سرعة محترق  
بمحركات نفثة في المحرك النفث، تشغط المروحة المدومة في  
مقدمة المحرك الهواء إلى داخله حيث تضغطه مروحة أخرى دافعة بهاء، على  
ضغط عال، إلى حجرة الاحتراق. وهذا يحمو الهواء بوقود اسائل الملتهب، فتتدفق  
ويبدف نحو مؤخرة المحرك، وتدفعه العيب إلى الخارج، بدوم تريبا يدير المروحة  
في المقدمة في لمحرك المروحة الرئيسي، الشبي اعلاه، يشري بعض الهواء عبر  
مسير حول الجزء الرئيسي للمحرك، مفرزا كميات الهواء المدفق مما يكسب للمحرك  
دفعًا إضافيًا.

## الدفع النفث

هذه السيارة الثمة تستخدم الدفع نفث لتطلق سرعة فوق أرضية  
الغرفة بعد فتح صمام حاصر، يدفع  
الهواء إلى الوراء عبر رف الدايون  
المربوط بالسيارة والمعيا بالهواء  
دافعا السيارة إلى الأمام.



## فرانك هويل

المهندس وطيار  
الاختيار الإنكليزي  
فرانك هويل

(المولود عام ١٩٠٧)

اختراع المحرك النفث عام

١٩٢٩. وقد حاول عثا إقاع

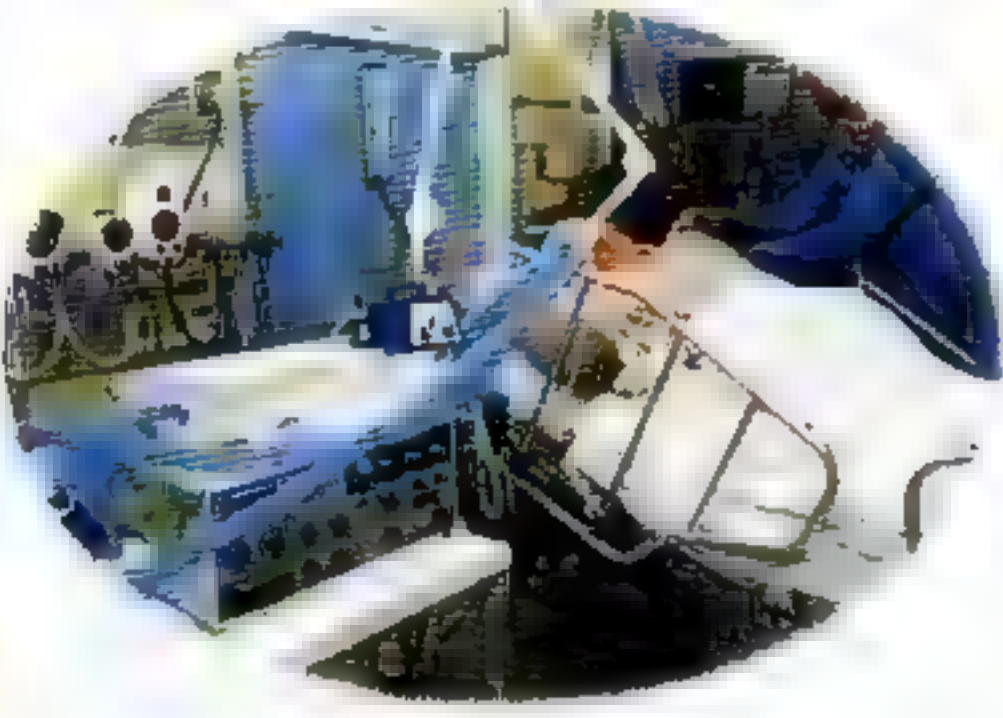
وزارة الطيران البريطانية بمعدية محركه، فما  
كان منه إلا أن أسس شركته الخاصة لتصنيع  
المحرك الحديد. وبالفعل ثمة له صنع أول  
محرك نفث واحتبره على الأرض سنة ١٩٣٧.  
وفي لعام ١٩٤١، حققت طائرة اختبارية أول  
طيران لها بمحرك هويل.

## لمزيد من المعلومات انظر

- سلوك العارات ص ٥١
- القوى والحركة ص ١٢٠
- الشغل والطاقة ص ١٣٢
- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- المحركات الكهربائية ص ١٥٨
- التواريخ ص ٢٩٩



# الكهرباء والمغناطيسية



الكهرباء، تراقبها المغناطيسية غالباً، أصبحت ضرورة يومية في مختلف مجالات العمل والحياة حولنا؛ وهي في الواقع غيرت نمط حياتنا بالكامل. المولدات تولّد الكهرباء من حركة ولفاتها في مجال مغناطيسي، فتوفّر لنا الحرارة والنور بضغط زر. والمحركات الكهربائية تحوّل التأثيرات الكهربائية في مجالات مغناطيسية إلى حركة تُدير لنا المكنات من مثاقب وغسالات وآلات مختلفة بجهد قليل منا. والإلكترونيات بمقوماتها التحكمية تُيسّر لنا استخدام الكهرباء والمغناطيسية (الكهرمغناطيسية) بأشكال متعددة في تقنيات الراديو والرادار والحواسيب

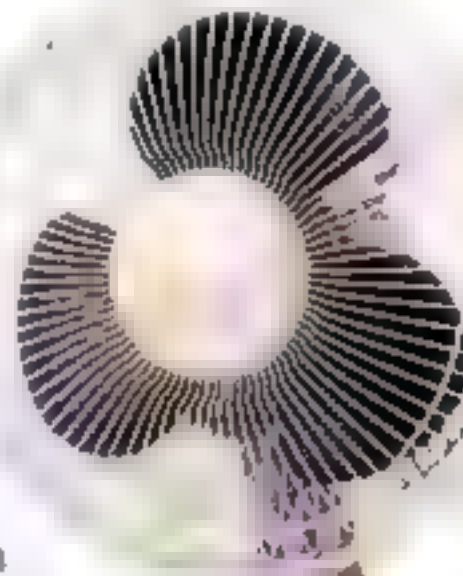
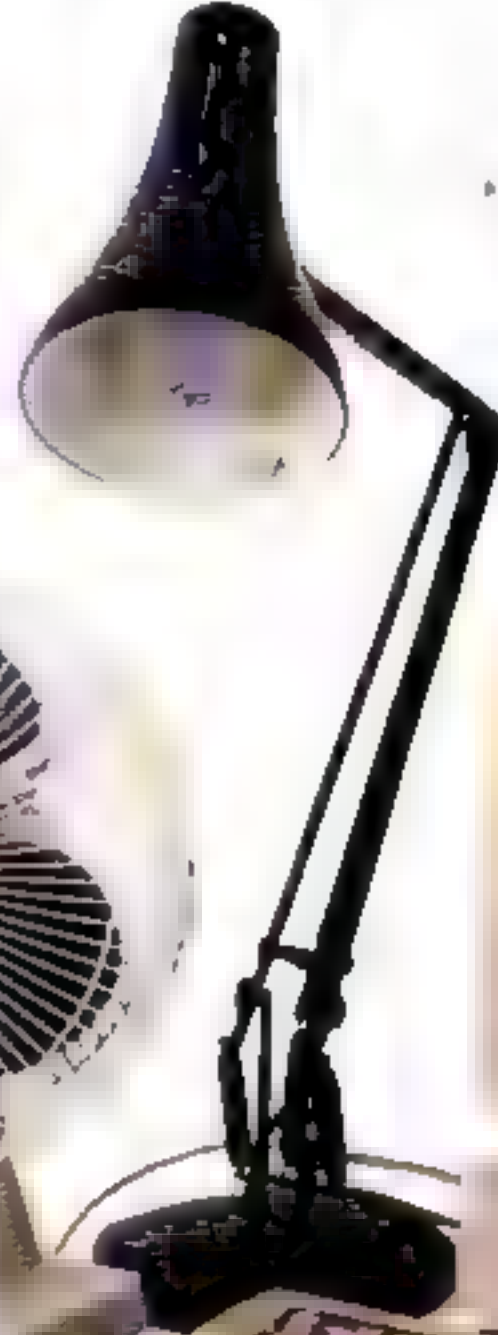
## الإلكترونيات في العناية العائقة

المرضى الذين يعانون من عطل خطيرة يحتاجون غالباً إلى مراقبة مستمرة في المستشفى، وبدلاً من مُمرضات بلاس امرأة هولاء، تُستخدم أجهزة إلكترونية تراقبهم أوضاعهم. هذا جسد بدون خطر في معدن شمس المريض أو حشد قلبه، يظهر بيت الأجهزة بغير لاستعداد الممرضات ولاصاء لمعالجة ذلك

## طاقة متعددة الاستعمالات

تولّد الكهرباء وتُفقد بسهولة إلى حيث يُحتاج إليها، تُحوّل إلى أشكال أخرى من الطاقة فهي مكتسبة مثلاً، تُحوّل مروحة الكهرباء إلى حركة، كما تُحوّل سماعة المصباح الكهربائي إلى ضوء، وتُحوّل جهاز التلفون الكهربائي إلى أصوات، كما يُحوّل أيضاً الأصوات إلى كهرباء. أمّا الحاسوب فيُحوّل الموردة المُطرقة من الكهرباء إلى نصات تُنمّد وظائفه

مُؤدات الضمحات  
الكهربائية منذ  
استخدمت أول مرة  
واحد القرن التاسع  
عشر، فاصبحت اليوم  
أكثر مؤثوية وكفاءة



تُساعد الكهرباء في  
توفير وسائل الراحة  
في محيطنا المُتحرّك  
في مزوج كهربائي تُدوّم  
أرياشها لتُنعف  
تبرّار هوائيا  
وتُحدّد الهواء



## حجر المغناطيس

حجر المغناطيس مُقدّم طبيعي المغنطة؛ وهو شكل من حام الحديد المعروف بالمغنتيت (أكسيد الحديد المغناطيسي)، تتمسك بَرْد الحديد بالقرب من حجر المغناطيس فتُجذب إليه وتلتصق به. وقد استخدم بعض الملاحين القدماء القطعة المشكّنة من هذا المعدن مُعلّقة من طرف خيط، كُوصلة

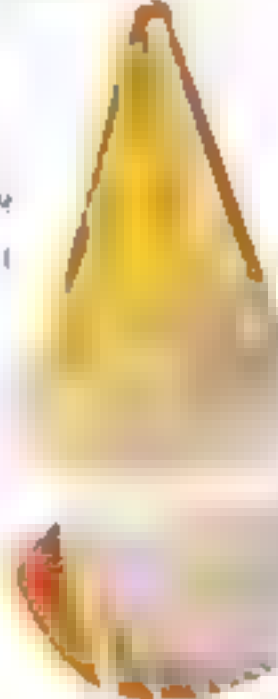
جهاز استغور  
الحديث يؤدّي  
عمل الهاتف  
العامي إضافة  
إلى ذكره الكهربائي، تُحتوّن  
أرقام تلفونية عديدة، تُمكنك  
من طلب أي منها بكلمة زر



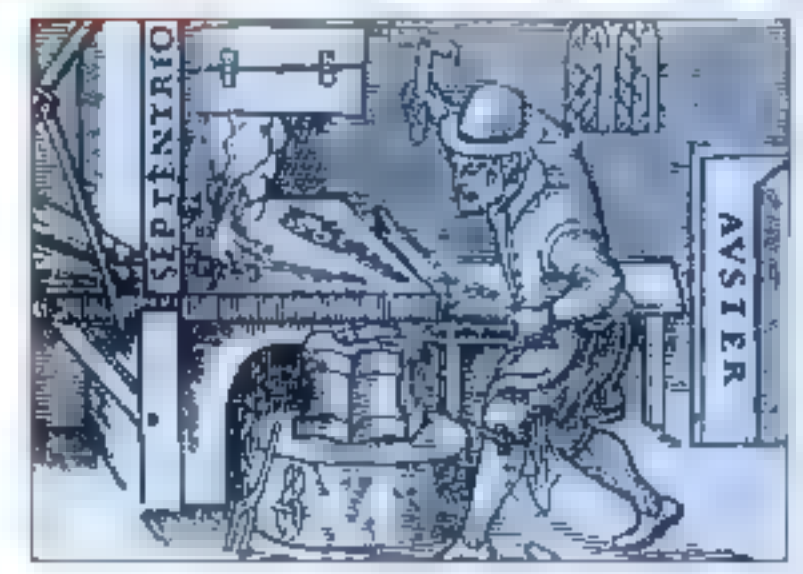
حاسبة الحثب الحديثة الرخيصة كانت  
ستدهش القلماء في مطلع الحسبانيات من  
هذا القرن، فلصنع حاسبة تُعزّم بعملها  
حيث كان يقضي استخدام حِسابات  
ومُؤامات ضخمة، تملأ غرفة بكاملها

## الكهرباء قديماً

حوالي العام ٦٠٠ ق م  
كشف ايمسوف لإغريقي  
طائر أن حثك قطعة من



لكهرمان بقطعة قماش بجعل ارتش  
والأحجام الحقيقه الأخرى يحدث أنها  
وتصنّف بها. ونحن نعلم اليوم أن كهرمان طائر كانت قد  
شُحبت كهربائياً بالاحكام. وحديثاً نذكر أن كلمة «كهرباء»  
مشتقة من الكلمة اليونانية لكهرمان وهي الإلكتروني



## «الكهربيات» و«اللاكهربيات»

عام ١٥٤٤ (١٦٠٣) دعمان بارود في  
حقي بخصيصية وكهرباء؛ فقدش أن لأرض لا تُد  
ر يكون مغناطيساً صحيحاً كي تؤثر في بوجه توصلات  
كما أدرك بفرق بين الحوصلات ولعدرات كهربائية  
سماها «كهربيات» و«اللاكهربيات»



## المغناطيس الحديثة

بعد تعرف الطبيعة المغناطيسية، صار من  
الممكن صنع مغناط قوي من الفولاذ  
بأشكال متنوعة تُصنع أفضل  
المغناط من سبائك فولادية  
مُصنّبة بخصائص لحصد  
مُغناطيسية

الشاميس  
الفولاديه سمغط  
مؤقت بالمغناطيس  
يلتقطها



# الكهربائية الساكنة

الحث الإلكتروني (الكهروستاتي)

إذا دُلكت ملعقة لدائنية على  
ثيابك تُكسب شحنة كهربائية  
سالبة. قُرب الملعقة المشحونة من  
مسال ماء الصبورة، ولاحظ انحراف  
مسالي الماء نحو الملعقة! إن  
الشحنات السالبة على الملعقة تشجن  
مسال الماء بالتأثير مُدافرة الشحنات  
السالبة في الجانب المقابل لها،  
جاذبة إياه مُوجبة الشحنة.  
فشحنات بعضها - في حين  
يُصنع جاذب المسال  
الأبعد سلب الشحنة  
وتُدعى هذه الظاهرة  
الحث الإلكتروني



الشحنات المُحصدة على

الملعقة مالتلك تشجن

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

الفرقة التي تسمعها أحياناً عندما تخلع كنزتك بسحبها عبر  
رأسك هي تفريغ كهربائي من الكهرباء الساكنة؛ وإذا كنت  
في ظلمة فقد يُمكنك مشاهدة ومضات التفريغ أيضاً.  
الكهربائية الساكنة كهرباء احتكاكية غير سارية، والفرقات  
والمومضات هي تفريغ كهربائي فجائي الانطلاق. أحياناً  
تُحس بصدمة كهربائية عند لمس كُعبرة الباب لأن الكهرباء  
الساكنة المتراكمة في جسدك تنطلق فجأة من يدك إلى  
الكُعبرة. والبرق هو تفريغ كهربائي ضخيم بين سحابتين أو  
بين سحابة والأرض. والكهربائية الساكنة تتحشد  
بالاحتكاك عند ذلك أو احتكاك مادتين مختلفتين معاً.

إذا دُلكت بالوناً بكُرتك،

فإنه يميل إلى

الالتصاق بها، لأن

الذلك يُكسب

كلًا منهما

شحنة

مضادة



## الشحن بالاحتكاك

تتألف جميع الأجسام من ذرات، وتتألف كل ذرة من عدد  
مماثل من الإلكترونات السالبة الشحنة والبروتونات الموجبة  
الشحنة. وهذه الشحنات يوازن بعضها بعضاً تماماً،  
مما يجعل الأجسام متعادلة (أي غير مشحونة). لكن  
بالاحتكاك، كذلك البالون بالكرة، تنتقل  
الإلكترونات من الكرة إلى البالون، فيصبح  
البالون سلب الشحنة لأن الإلكترونات فيه  
صارت أكثر من البروتونات؛ كما تصبح  
لكرة موجبة الشحنة لأن البروتونات  
فيها أكثر من الإلكترونات.

شحن هذه البالونات

بشحنات متعاكسة بالذلك

عن الكرة

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

مسال الماء بالتأثير،

فينحاذيان

## التنافر

البالونات المشحونان والمعلقان جنباً إلى جنب، ينفري  
خططين، من النقطة ذاتها يتنافران لأن كليهما سالب الشحنة.  
وهما إذا كانا متعاكسين يتدلّيان متلازمين واحدهما بالآخر.

١. يحدث مسح التصوير إلى شحنت  
عبر غرنية على الأسطوانة.

٢. تنتقل صورة  
المسحوق إلى الورقة  
الشحنة.

## الناسخة الضوئية

الكثير من النسخات الصوتية تستخدم الكهرباء  
الساكنة، إذ تتكوّن صورة الأصل كشحنات موجبة  
عبر مرئية على أسطوانة كسرة داخل المكنة هذه  
الشحنات تجذب جسيمات دقيقة من مسحوق  
التصوير مُكوّنة صورة مرئية على الأسطوانة، ثم يُنقل  
مسحوق التصوير إلى الورقة المشحونة كهربائياً أثناء  
مرورها حول الأسطوانة. وتعمل الدلائل السالبة  
على صهر مسحوق التصوير ولصقه بالورقة كصورة  
ثابتة

٢. الدلائل الشحنة  
تصهر المسحوق  
وتلصقه بالورقة



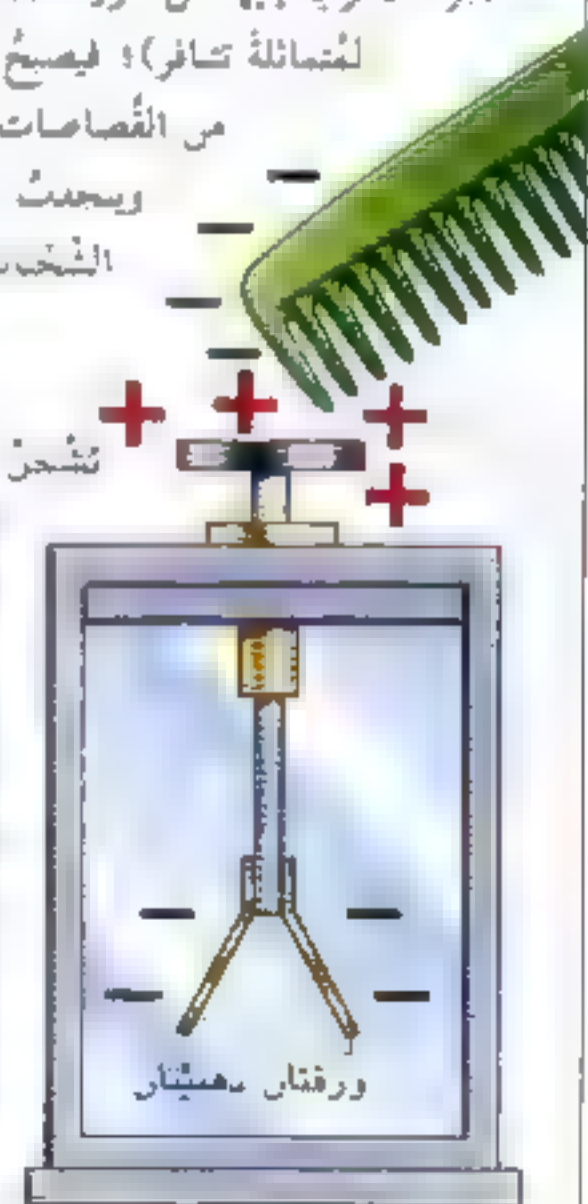
## التجاذب

البالون المشحون بالذلك يجذب إليه  
فصاصات الورق الصغيرة. إن شحنات  
الدلو السالبة تُجذب الشحنات السالبة على  
الجزء الأقرب إليها من الورقة (لأن الشحنات  
للمتألفة تنافر)؛ فيصبح هذا الجزء  
من الفصاصات موجب الشحنة،  
ويجذب إلى البالون لأن  
الشحنات المتعاكسة تتجاذب

تُشحن المشط بشحنات سالبة عند تلمس الشفرة فإذا قُرب إلى  
القرص المعدني للمكشاف الكهربائي، يُجذب الشحنات  
السالبة فيه باتجاه الوريث الدهني، فتخرج

## المكشاف الكهربائي

يُبنى المكشاف الكهربائي ذو الوريثين الدهنيين على  
كاد الحشم مشحوناً أو غير مشحون. فإذا قُربت حشما  
مشحوناً إلى قرص المكشاف المعدني، يكتسب  
الورق الدهني شحنات مُعاكسة بالحث. ولما  
كنت الشحنات المتعاكسة تنافر، فإن ورقتي المكشاف  
تخرجان. وحيث إن الوريثين الدهنيين رقيقان جداً  
وحساسان فإن المكشاف الكهربائي شديد الحساسية





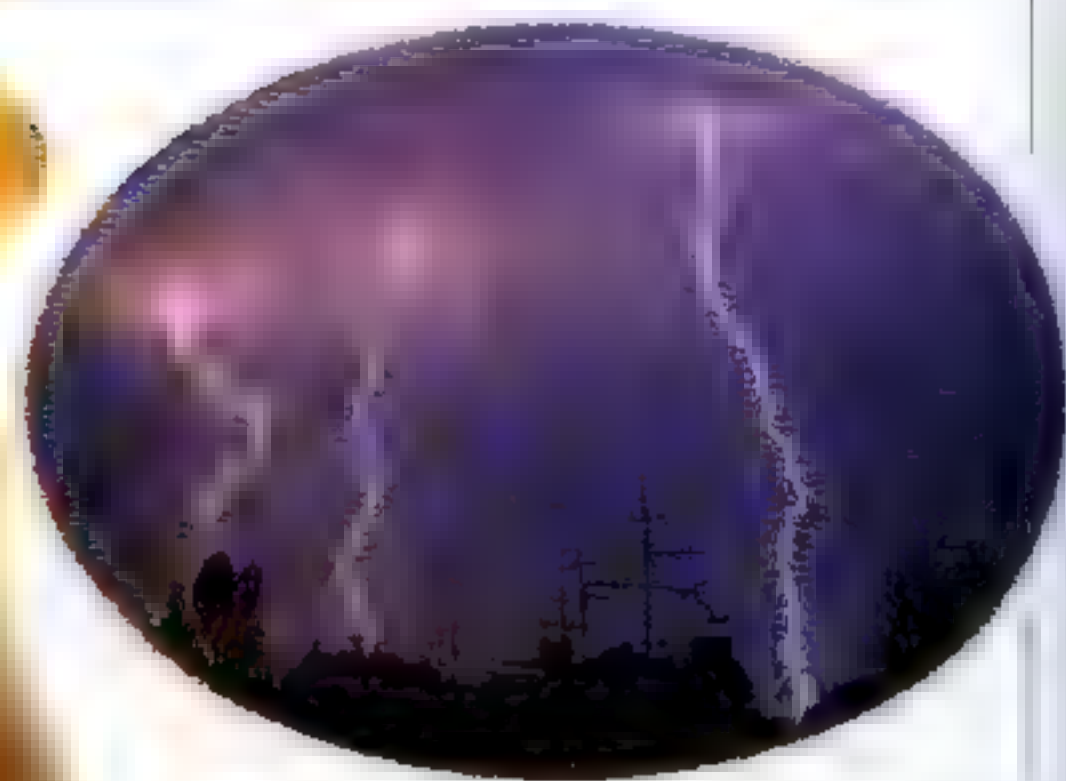
## الشحنات داخل السحب

تُشحن الخسيمات الحليدية  
المذومة في السحب في أعالي  
الجو بالكهربائية الساكنة  
فيصبح أعلى السحابة موجب  
الشحنة وأسفلها سالب  
لشحنة. ويحصل التفريغ  
البرقي أحياناً داخل السحابة  
لمعادلة الشحنات مُحدداً

تكتسب  
الخسيمات  
الأخف الموحدة  
الشحنة إلى أعلى.

تتراكم الخسيمات الأثقل الشحنة  
الشحنة في أسفل السحابة

قصيب مائة الصواعق  
مستدق الرأس، وطرفه  
الشفير مُتصل بالأرض  
بموصل سلكي



## الشرايات العملاقة

لومض البرق المُشعّ المُشعّ عبر الجو هو شرارة  
عملية تفجر بين سحابتين أو بين سحابة والأرض  
وبالإضافة إلى اتعانه نوراً سطعاً حذاً، وتفرغ نورق  
يؤثر حرارة عالية حدّ سخن الهواء المحيط مُحدداً سرعة  
نقه. مُحدداً اصحار عظم، هو الرعد

## بنجامين فرانكلين

بِنَّ المُمخترع بنجامين  
فرانكلين (١٧٠٦-١٧٩٠)  
الشر والسياسي والعالم  
لامريكي، العلاقة بين  
البرق والكهرباء بتجربة  
خطرة جداً. في العام



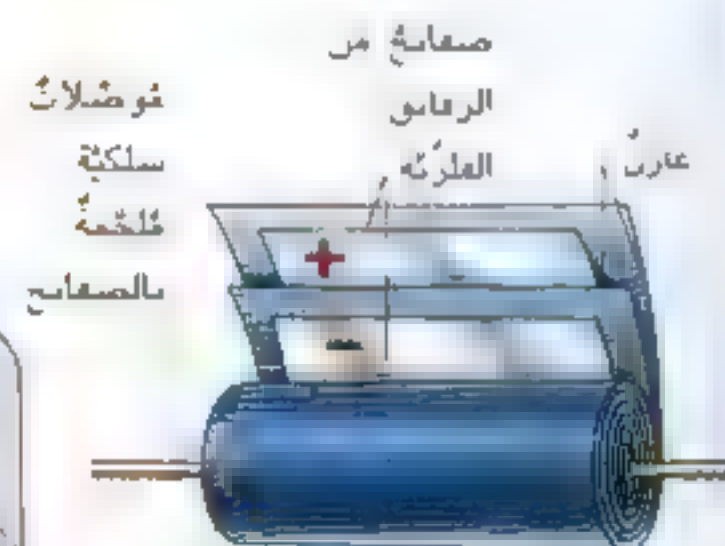
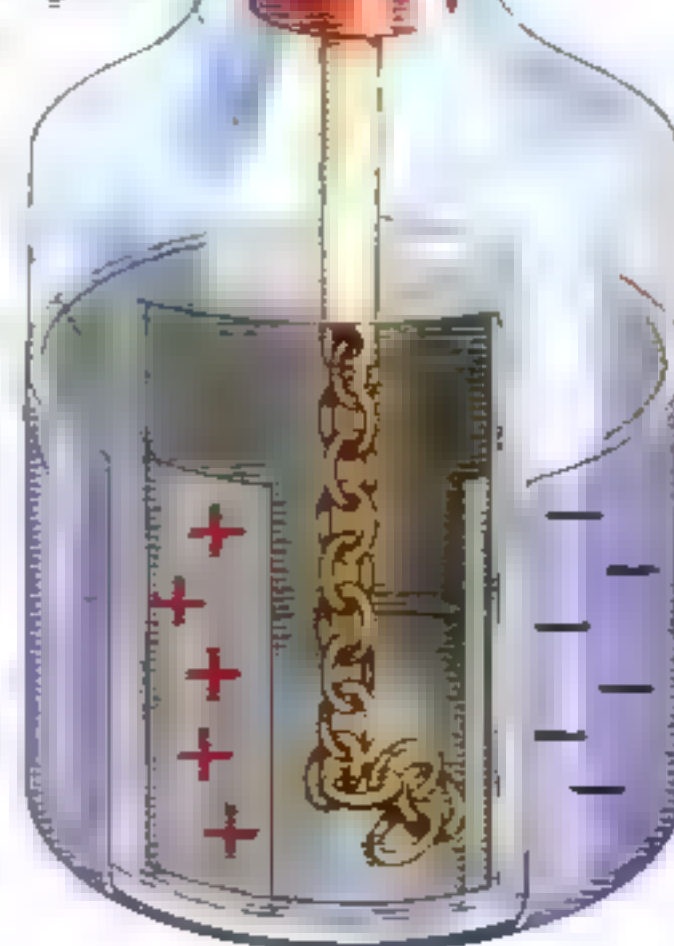
١٧٥٢، طير فرانكلين طائرة  
ورقية في اثناء عاصفة رعدية. فسرت الكهرباء  
عنر خط الطائرة المُشعّ إلى مصاح معدني كان  
في طرف لاجر للمحط وعندما قرب من كمين  
صعه من المصح، قهرت شرارة عنر المحوة  
سهما فاستبح أن كهربائية لشحن هي التي  
سنت اشراره، وأن لتفريغ البرقي هو نوع من  
شر. وفي العام ١٧٥٣، أعلن اختراعه قصيب  
مائة الصواعق

الشحنات السالبة في أسفل  
الشحنة تسمى بالسحب  
شحنات موجبة عن سطح  
الأرض معها

قصبت من  
الحاس الأصفر  
مُتصل بالسلسلة  
المماثلة للمناه  
المعدسة الداخليه

سداد فليبي

مرطبان  
زجاجي



## المكثفات

نستخدم مكثفات لشحونة لتحرير الشحنات  
كهربائية في الاخيره للإلكترونية  
كالتيروبوت واحوسب. فالمكثفات  
كهربائية المصنوعة لأمد مثلاً، تخزن في  
مكثف بحيث يمكن أنعاث ثار مُستمر مه  
وفي بعض المكثفات، تُفصل صمغ لرفق  
علاوة ذلكها بعضها عن بعض بلدى  
رعه، ثم تُفك جميعها وتُسد برحكم

## كيف تضرب الصاعقة؟

إد كاب شحنات الشحب قوية بما فيه كفايه،  
فإنها تنق لها ممرًا عنر الهواء إلى الأرض وتفرغ  
كومصر برقي. وتوفر الساي العلية والأشجار  
وتاس في الأماكن مكتنوه مسار سهل  
للتفريغ الكهربائي، فسهلها الصوعن

مطاة ملرئة داخلية

تعلف رفاقلي ملري

## وعاء لين

درسو الكهرباء لأوانل اختريوه أحياناً في م  
تسمى «وعاء لين» - (داسة الهندسة الهولندية  
حيث استخدم لأول مرة عام ١٧٤٥) وثالث  
وعاء لين إحصلاً من مرطبان زجاجي مُعطي من  
الداخل والخارج برقي المصدر بحيث يمكن  
تحرير شحبه كهربائية على صمغلي المصدر  
الرفقسي ويُفصل قصبت معدني داخلة  
الداخلية لتفريغ الشحنة عند اللزوم. وعاء لين  
هذا هو شكل قديم من المكثفات

## مانعة الصواعق

تصب على السطح في شطيم المباني العالية  
قصيب يُسمى مانعة الصواعق يُفصل بالأرض  
بمُوصل سلكي. الشحنات السالبة في أسفل  
السحابة المُفترية تجتذب الشحنات الموجبة  
من الأرض؛ فتدق هذه الشحنات على  
جزيئات الهواء مُحدداً إلى الشحب حيث  
تُطل معلون بعض الشحنات السالبة في  
السحابة. وقد ينع ذلك حدوث الصاعقه  
وإذا لم يكن ذلك كافياً وحصل التفريغ البرقي  
فإن الكهرباء تسري عنر القصيب والمُوصل  
السلكي إلى الأرض دون إحداد أصرار

## لمزيد من المعلومات انظر

لنية الدرته ص ٢٥  
لكهرباء اسيارية ص ١٤٨  
مُفومات إلكترونية ص ١٦٨  
الرعد والبرق ص ٢٥٧



# الكهرباء التيارية

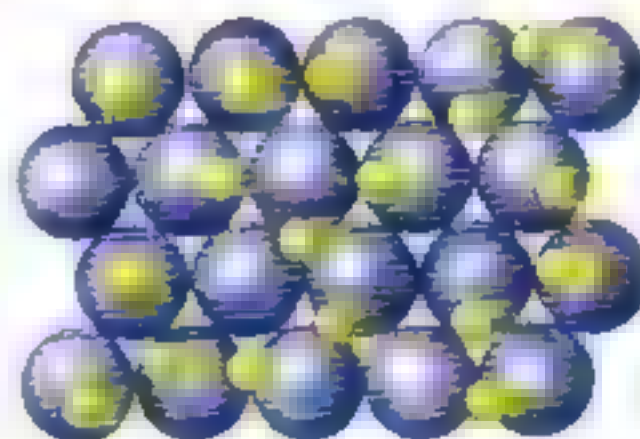
حيثما تذهب تر الكهرباء التيارية في مجالات العمل - في البيت والشارع والمصنع وحيثما كان. ضمجات المصابيح تحول الكهرباء إلى ضوء، والمواقد الكهربائية تحول الكهرباء إلى حرارة، والمحرّكات الكهربائية تحول الكهرباء إلى حركة. الكهرباء من أوسع أشكال الطاقة استخداماً لأنها سهلة التحويل إلى أشكال الطاقة الأخرى، ولأنها آتية السريان عبر أسلاك التوصيل إلى حيث يُحتاج إليها، كتيار كهربائي. ويُقاس سريان الكهرباء بوحدات الأمبير. التيارات الكهربائية، في معظمها، تتألف من إلكترونات دقيقة، لكن بعضها منها يتألف من أنواع أخرى من الجسيمات المشحونة، تدعى أيونات.



الميكروفون يحوّل الأصوات إلى إشارات كهربائية تُرسل إلى امصحات

## الإلكترونات الطليقة

سري الكهرباء عبر هُزْء كساحس، لأنّ لهُز يحوي نكروبي صفة تستطيع الانتقال من ذرة إلى أخرى



اللقط الضوئي للعتار الكهربائي تحول اهتزازات الاوتار إلى إشارات كهربائية وترسلها إلى المصنم

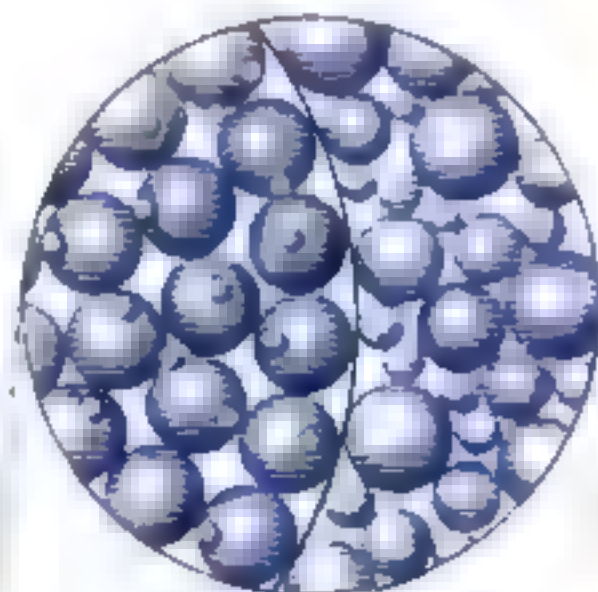
الكاميرا التلفزيونية تحول الصور إلى إشارات كهربائية

## الكهرباء في بعض مجالاتها

في حفل موسيقي واعد شعبيّة تحدث لأخرة الكهربائية فونو ريب صوتية أحده وأصوات عالية ويستطيع لمتزحون ليعدون جذا عن لمسرح مشاهده الموسيقيين وسمع المصنم غير شاذب صحبة ومكرو هويات مشيرة في ساحة المسرح

## الموصلات والعوازل

تدعى الأسلاك النحاسية في الكتلات الكهربائية موصلات، لأنها توصل التيار الكهربائي أي تسمح له بالمرور عبرها. وتُعلّف الأسلاك النحاسية بمادّة لدائية عازلة، غير موصلة للكهرباء، لأنها لا تحوي إلكترونات طليقة. العوازل تمنع الكهرباء من السريان حيث لا تريد.



في العوازل تنقى جميع الإلكترونات مشدودة إلى ذراتها لذا لا يستطيع الكهرباء السريان عبرها

## دائرة الكتل البلي أج. بلية

يمكنك تمثيل كيفية سريان التيار الكهربائي باستخدام دائرة من الكتل المشدودة. إذا دفعت إحداها، ترى أن جميع الكتل تتحرك في اتجاه واحد. وفي اللحظة الأولى، وانطارت دفع الإلكترونات عبر الأسلاك في دائرة كهربائية. بطريقه مُمانته، لإحداث سريان كهربائي



الطرف الموجب (+) الطرف السالب (-)

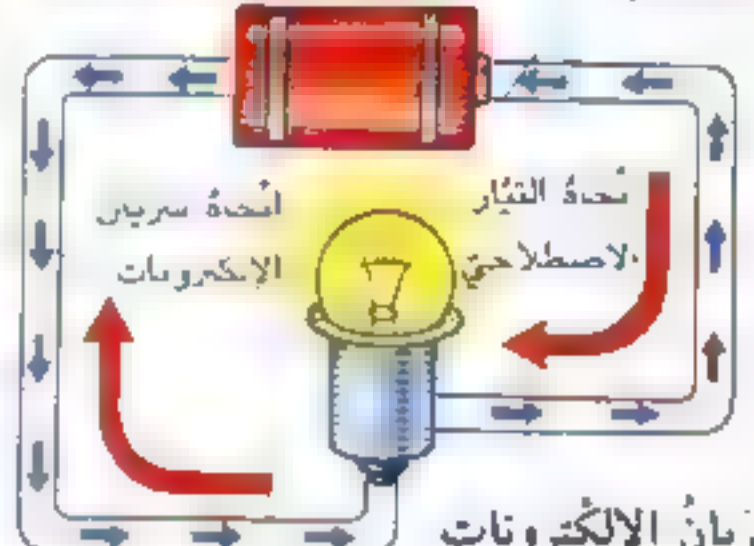
الكحول الفلونة العارية تُعلّق وتدعم باستخدام العوازل

الكحول ونزج التوصيل تُوضن الكهرباء



## الإمداد العلوي

بعض القطارات الكهربائية يلتصق بالكهرباء بأدع تزلزل عبر كُلات مُعلّقة فوق سككها. وتُحقّق لمسار الكهربائي بين دراع التوصيل والكتل، كي يسري التيار إلى مُحرك القطار، بحيث أن يكون الكتل عارية (أي غير معزولة) ولا تُد من تعلّق هذه الكتل العلوية على عوارل جمع سدد الكهرباء وبعدد حطرها. والموصلات والعوازل، كما ترى، تُستخدم معاً لتجعل استخدام الكهرباء آمناً وعالي الكفاءة



## سريان الإلكترونات

اعتقد العلماء سابقاً أن الكهرباء في دائرة مغلقة مثلاً، سري من الطرف الموجب بطارية إلى طرفها السالب. وأُصغت موعدة عميقة مبدئية لهذا المفهوم. لد يظنّ تيار نحد الشار هكده. وسبقه التيار الاصطلاحي. والواقع أن الإلكترونات تسري من طرف البطارية السالب إلى طرفها الموجب.



## شارل أوغسطين كولوم

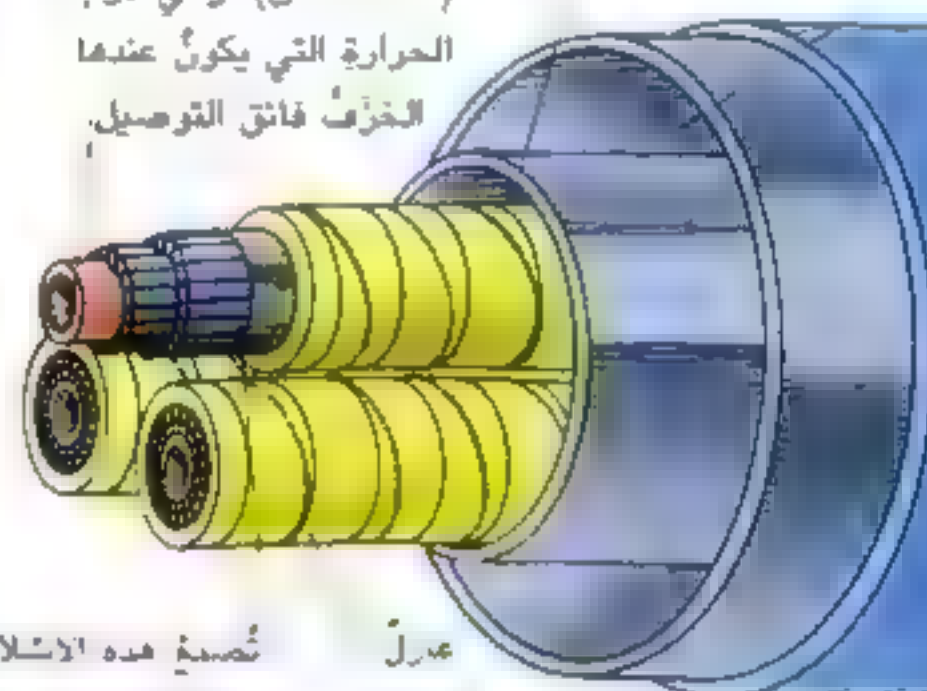
كولوم (١٧٣٦-١٨٠٦) فيزيائي ومهندس فرنسي  
شهر بأبحاثه في الاحتكاك والمغناطيسية  
والكهرباء. اخترع كولوم آلات حساسة لقياس  
قوى بين مغناطيسات كما بين الشحنات  
كهربائية. ومنصب وعده كولوم لمدرس  
كثيرة لكهرباء بأسمه، وهي كثرة الكهرباء  
أشارة على نقطه في داره نمر فيها شار معدة  
أصير في ناب



يشري التروجي الشائل عثر  
الأنبوب النحاسي لتقلى الأسلاك  
على درجة حرارة ٧٧° ك  
(١٩٦-س)، وهي درجة  
الحرارة التي يكون عندها  
الخزاف فائق التوصيل.

يشري التروجي  
الشائل حول  
الموصلات الثلاثة

ينقي الفراغ درجة  
الحرارة خفيفة.



معدل  
ورقي  
تصنيع هذه الأسلاك  
العائقة التوصيل من  
خزاف خاص مغلف  
بالقصة.

العلاف الخارجي والأسبوت العولادي  
يقيان جميع الأسلاك داخلهما.

## كَبُولُ فائقة التوصيل

لعدة حدة توصيل كهرباء صلبة معدومة لسريان التيار وفي درجات  
منخفضة كالمصير والرياحين، وبعض الحرفيات، تقارب هذه المقاومة الصفر  
عندما تبرد هذه المواد إلى درجة حرارة منخفضة جداً، فتصبح المواد فائقة  
لتوصيل (أي كاملة التوصيلية تقريباً)، والكثول المبردة توصيل مثابة سفل  
لكهرباء، لأن سبب تفردها لا يكاد تذكر، لكنها ماهرة لكنها عمداً لأنها  
تعمل على تدوير تيريد شديد بالسوحن أو الهنوم الشائش ونحو  
لحدوث حدث لإيجاد موصل فائقة التوصيل يعمل على درجة حرارة اعلى

## ألكس مولر

المشكلة الرئيسية في

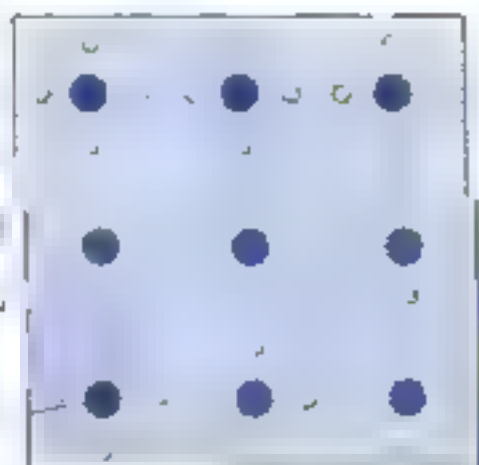
الموصلات الفائقة التوصيل هي  
ضرورة جفطها على درجة حرارة  
تقارب الصفر المطلق (صفر  
كلفن أي - ٢٧٣°س)، وهذه  
أخفض درجة حرارة ممكنة

كن العيزائي السوسري، ألكس مولر  
(المولود عام ١٩٢٧)، ومساعد جرج دنوزر (المولود  
عام ١٩٥٠)، إكتشفا أن مادة حرقية من أكسيد النحاس،  
نحوي الباريوم والليثيوم، تعدو فائقة التوصيل على درجة  
٣٥° ك (- ٢٣٨°س)، وقد نالا بذلك جائزة نوبل للميرباء  
عام ١٩٨٧ وفي العام ١٩٨٨، توصل آخرون إلى تصنيع  
مادة حرقية مدمرة التوصيل على درجة ١٢٣° ك  
(١٥٠°س)، لكن لم يتوصل بعد أخذ إلى صنع موصل  
فائق يعمل على درجة حرارة العرفة.



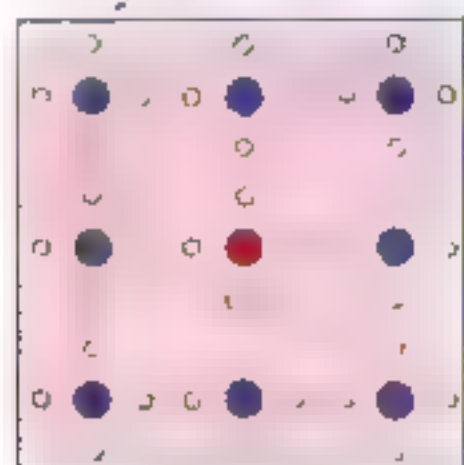
## السليكون النقي

يؤخذ أربع إلكترونات في العلاف الخارجي للذرة  
من سليكون النقي وتعاقد هذه (كما  
الإلكترونات الأخرى) شحنات موجبة مساوية في  
نواة الذرة، لذا فذرة السليكون كمجموع متعادلة



## شبه موصل من النمط م

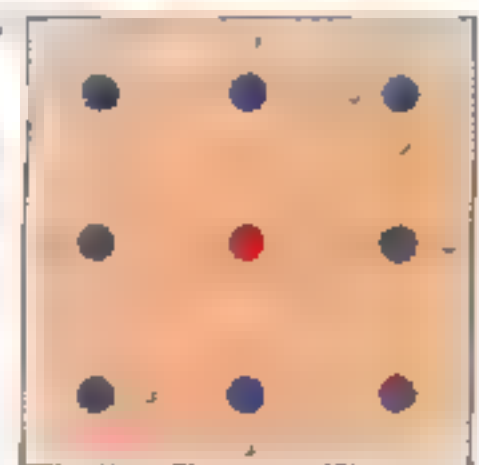
يؤخذ ثلاثة إلكترونات في العلاف الخارجي للذرة  
النورون، وإذا أصيب إلى السليكون كفتت قلبه  
من النورون، ترك هذه الإصابة ثقباً أو شعرايا  
إلكترونية تجعل المادة موجبة وشبه موصله موجبة



نمط (النمط م)

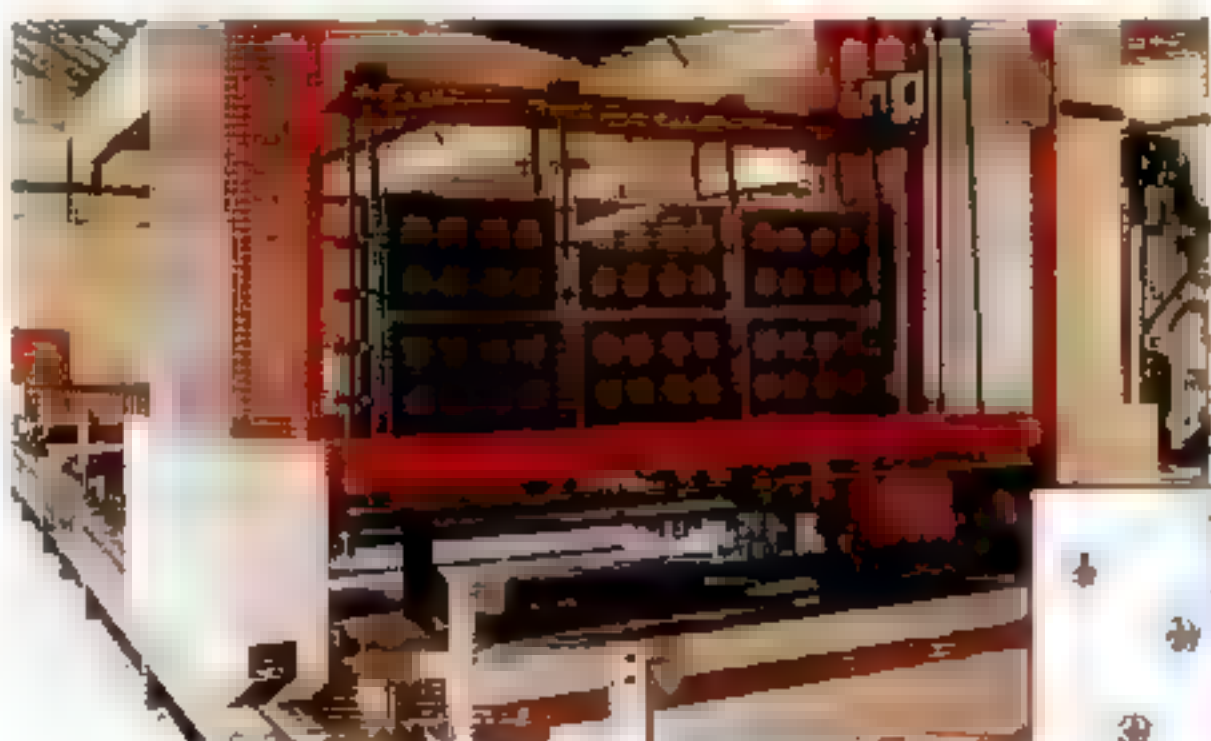
## شبه موصل من النمط-س

يؤخذ في علاف سحارجي للذرة من النورسج  
أو فسفور خمسة إلكترونات فإذا أصيب  
بمقدار ضئيل من أي منهما إلى السليكون،  
تجيب هذه الإصابة إلى إلكترونات طليقة تعدد  
شبه موصل سالب النمط (النمط-س).



## شبه الموصلات

للمواد الغير جيدة التوصيل للكهرباء تدعى شبه موصلات أو أشباه فلزات.  
وهي تستخدم للتحكم في التيار في الأجهزة الإلكترونية. وأكثر هذه المواد  
استخداماً هو السليكون المشاب بكثبات قليلة من الزرنيخ أو الفسفور أو  
النورون لتعير خواصه الكهربائية وجعله شبه موصله سالب النمط  
(نمط س) أو موجب النمط (نمط-م). في شبه الموصلات من  
نمط س، الإلكترونات الطليقة هي التي تحمل التيار، أما في شبه  
لموصلات من النمط-م فتحملة الثقوب تستخدم شبه الموصلات في  
صنع اساطع الإلكترونية، كترانزستور (أو لحداثات) السليكونية بنحو سيب



نقطة من  
السليكون النقي

الايونات الموجبة  
الشحنة تثبت إلى  
العلاف للشكل الشحنة

## الطلاء الكهربائي

الذرة لعضو، المشه أغلاء، كات عد غمرت في  
محلول من كبريتات نحاس، ثم مررت الكهرباء عبر المحلول  
في دارة وصلت الألواح فيها بالكاثود لاحتداد أنودات نحاس  
التي ترشت عنها مكوونة المسارات النحاسية



## الكهرباء والأيونات

يشري التيار في بعض المعدن، لا كإلكترونات بل كجسيمات  
مشحونة تدعى أيونات والطلاء الكهربائي يصق عملي على ذلك  
لمعطيه جسم ما بطبقه دهرية فيوصل الجسم المراد طلاؤه بالطرف  
الساكن بمصدر كهربائي لتعده الإلكترونات السالبة الذي يحدث  
إبه الأيونات الموجبة الشحنة (من فضة أو نحاس أو حارصين)  
ببطلي بها

## لمزيد من المعلومات انظر

- حاصل المادة ص ٢٢
- النسبة الذرية ص ٢٤
- أشياء العليزات ص ٣٩
- الكهولة (التحليل بالكهرباء) ص ٦٧
- الخلايا والبطاريات ص ١٥٠
- مقومات إلكترونية ص ١٦٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠



# الخلايا والبطاريات

النبائط العاملة بالبطاريات كثيرة، كالراديو والمصابيح والدمى والساعات وغيرها، وهي تتطلب أشكالاً وأحجاماً مختلفة من البطاريات. بعض البطاريات صغير، بحجم قرص الدواء، وبعضها الآخر ثقيل لا يمكنك حمله. لكنهما، في معظمهما، تشتركان في خاصية مهمة هي قدرتهما على اختزان طاقة كيميائية وتحويلها إلى طاقة كهربائية. والخلية الكهربائية هي الوحدة الأساسية المولدة للكهرباء؛ وتتألف البطارية من مجموع اثنين أو أكثر منها. غير أننا نستخدم كلمة بطارية أيضاً عندما نتحدث عن خلية واحدة كالخلية الجافة، أو الخلية القوسية الصغيرة في ساعة مثلاً. الخلايا «تضخ» الإلكترونات عبر الموصلات كما المضخات السوائل عبر الأنابيب.

الحجم الحقيقي



خلية أكسيد الرصاص

أكثر من الساعات

الإلكترونية بعمل

بواحد من خلايا أكسيد

الزئبق وتوفر الخلية

من هذا النوع هذا أو

قطعة مقدارها ١,٣٥

فقط لفترة طويلة



الحجم الحقيقي

خلية النيكل والكادميوم

خلية النيكل والكادميوم، بحلاب سائر

الخلايا الجافة المألوفة، يمكن إعادة

شحنها؛ فمضخة بكمية ذمة البطاريات

العاملة بها أقل بكثير



منشري الكهرباء  
عثر نصله  
المصاح منتفوخ



منشري  
الإلكترونات من  
الطرف السالب إلى  
الطرف الموجب  
علاف الحارصين  
(الزمن) يعمل  
كإلكترون سالب

نصيب الكربون هو  
الإلكترون الموجب

مشحون من  
الكربون وثاني

أكسيد المنصهر  
(لمنع الاستقطاب)

الإلكترونات مفعون  
من كلوريد

الأمونيوم



الطرف

السالب (-)

داخل الخلية الجافة

أشهر أنواع الخلايا هي الخلية الجافة التي

تعمل على مبدأ الخلية التي اخترعها

المهندس الفرنسي جورج لافلانسه عام

١٨٦٥ عن أن الإلكتروليت في خلية

لافلانسه سائل. أما في الخلايا الجافة

فنعصره فالإلكتروليت ممتحون رطب من

كلوريد الأمونيوم المسحوق الكربوني

لمسحوق ثاني أكسيد المنصهر يمنع

استقطاب الخلية أي تجمع الهيدروكس

كبريت حول نصيب الكربون وهذا مما

يوقف الخلية عن العمل

البطاريات (أعمدة الخلايا) الجافة

تستعمل البطاريات الجافة العادية في معظم

المشاعل ومصابيح الجيب الكهربائية

وتعد الإلكتروليت فيها من كلوريد

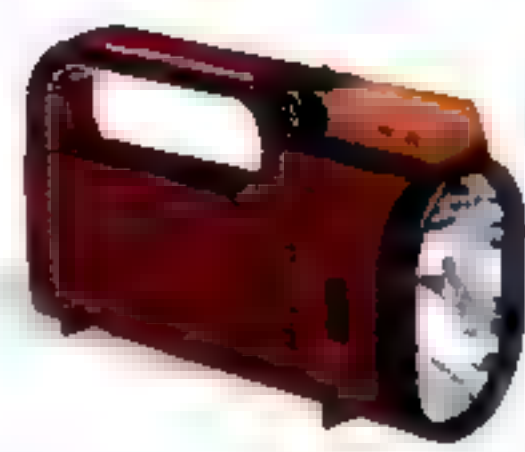
الأمونيوم، لكن الخلايا الأولى شارة

تستخدم كلوريد الحارصين أما لخللا

أغلبية ذات التيار الأشد والتي تقوم بحرب

أطول، فتستخدم هيدروكسيد البوتاسيوم

كإلكتروليت



الحجم الحقيقي

ألساندرو فولتا

اخترع الكونت الإيطالي ألساندرو فولتا (١٧٤٥)

(١٨٢٧) أول بطارية تألفت الخلية الواحدة هي

بطارية فولتا من قرص نحاسي وقرص خارصيني

كإلكتروليت بينهما قطعة من القماش المشرب

ممتحون ملحي كإلكتروليت، وكانت فولتا ابداعه

الكهربائية قبيلة ثم كشف فولتا أنه بركم عدو من

هذه الخلايا يحصل على قوة دافعة أكبر فكانت

البطارية الأولى وعرفت بعمود فولتا وتكريماً له سُميت وحدة القوة الدافعة



الكهربائية «لفلت» باسمه

القوة الدافعة الكهربائية

لقوة الدافعة الكهربائية لخلية أو بضرته دفع

الإلكترونات لتجري في دائرة الكهربائية، وهي

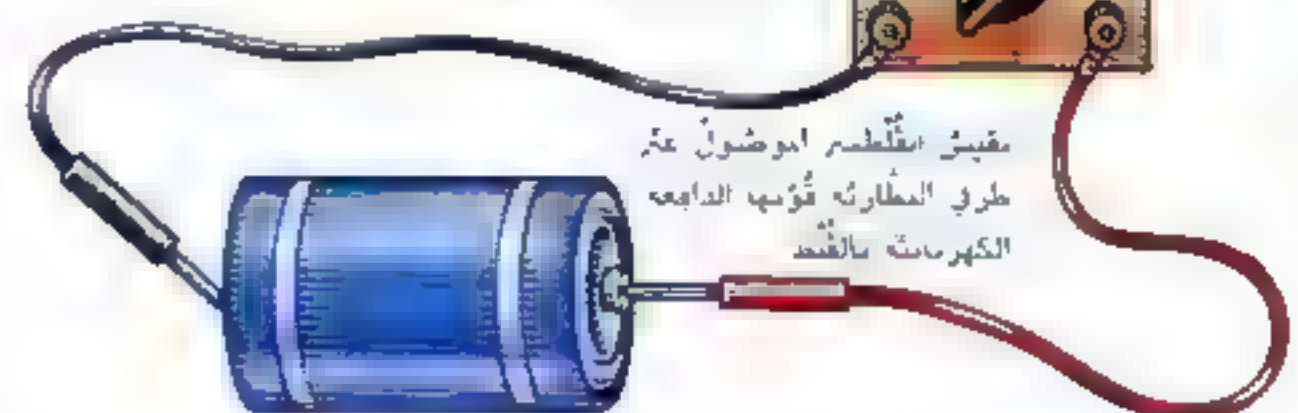
تدعى بوحدة الفولت. يحدد لقوة الدافعة الكهربائية

لخلية على نوعيتها، فهي في الخلايا الجافة،

مثلاً، ١,٥ فولت



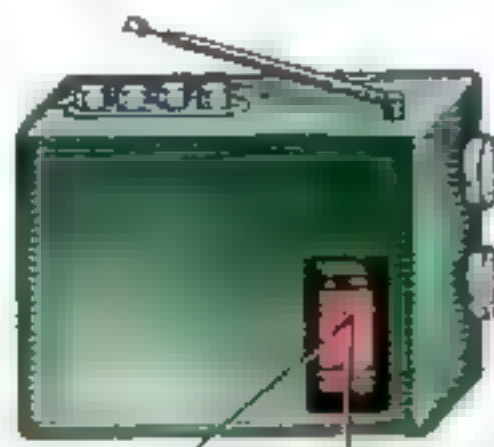
مقيس الفولتير الموضوع على  
طرفي البطارية فؤدها الدافعة  
الكهربائية بالفولت





## حجم البطارية

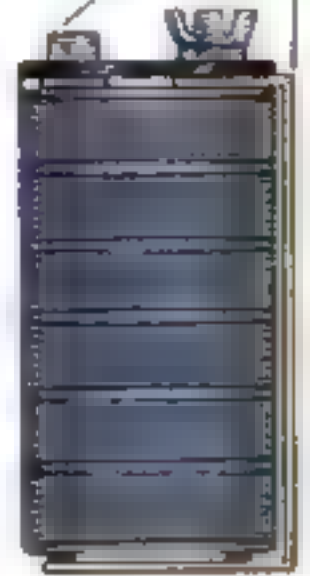
تتعدد مظهر المصباح الكهربائي بطاريات حافس أو أكثر وموصل هذه البطاريات على التوالي، أي واحدة بعد أخرى، كما في عمود فولتا؛ مما يزيد من قوة الدافعة الكهربائية (ق د ك) بإد وصدت بشارت على التوالي، فبطرة واحدة منهما ١.٥ فلت، يكون محمل فولتاها لدافعة الكهربائية ٣ فلت، وبإردياد لقوة الدافعة الكهربائية برداد شدة التيار في دائرة الكهربائية والمصباح القوية تستخدم أربع بطاريات أو أكثر، ب حجم ابصارية داه لا علاقه له بقوتها الدافعة الكهربائية، إذ إن مقوماتها الكيميائية فقط هي التي تحدد ذلك، لكن البطارية الكبيرة تدوم مرة أطول من البطارية الصغيرة من النوع داه



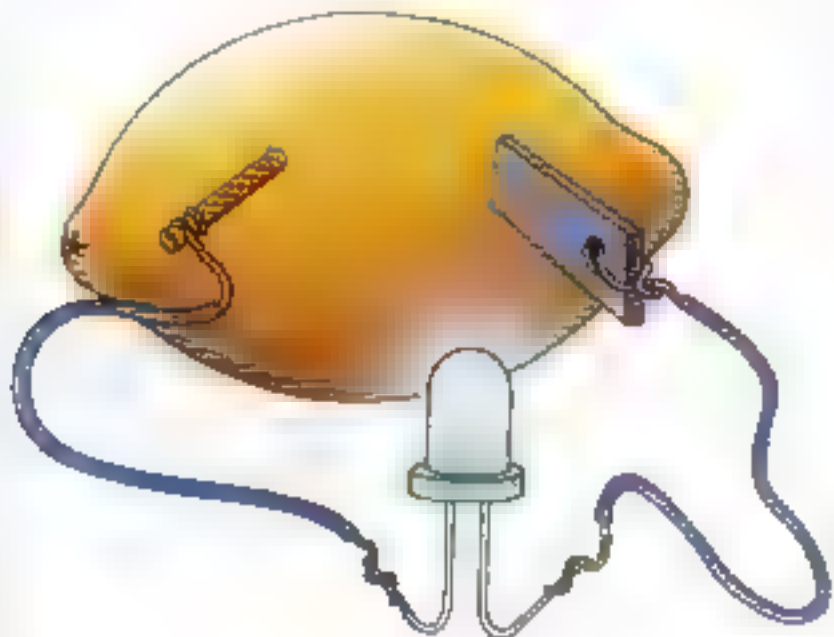
مستخدم كل من هذين المصباحين



تصله ٣ فلت لا محمل القود الدافعة للبطاريات في كل منهما ٣ فلت



بمستخدم كل من هذين المصباحين



## خلية من ليمونة حامضة

يمكنك صنع خلية بسيطة بغير حشيش من فليزس فحشيش هي ليمونة حامضة؛ فشكل الفيزان إلكتروني الحبة، وتشكل عصارة الليمونة الإلكتروليت. استخدم إلكتروني من حشيش والشحش فحشيش على ق د ك محمل دايود (لضمان انشائي) الصوة، شحش بومض مرتين

## الخلايا الشمسية

الخلايا الشمسية، خلايا الخلايا العادية، لا تعتمد على الدافعة الكيميائية؛ بل تحول الطاقة الصوتية مباشرة إلى كهرباء. لذا تعرف باسم خلايا بقلصة الصوت. والخلايا الشمسية هي في معظمها دايودات سكونية تعمل بعض الخلايا الحبة الصغيرة خلايا شمسية، لكن في بعض الأحيان، أشعة سبعة من مواد أشعة كالمطبات الحيوية، تستخدم ماطورات صحنه، صم الكبر من الخلايا الشمسية، كم د طاقة بدل

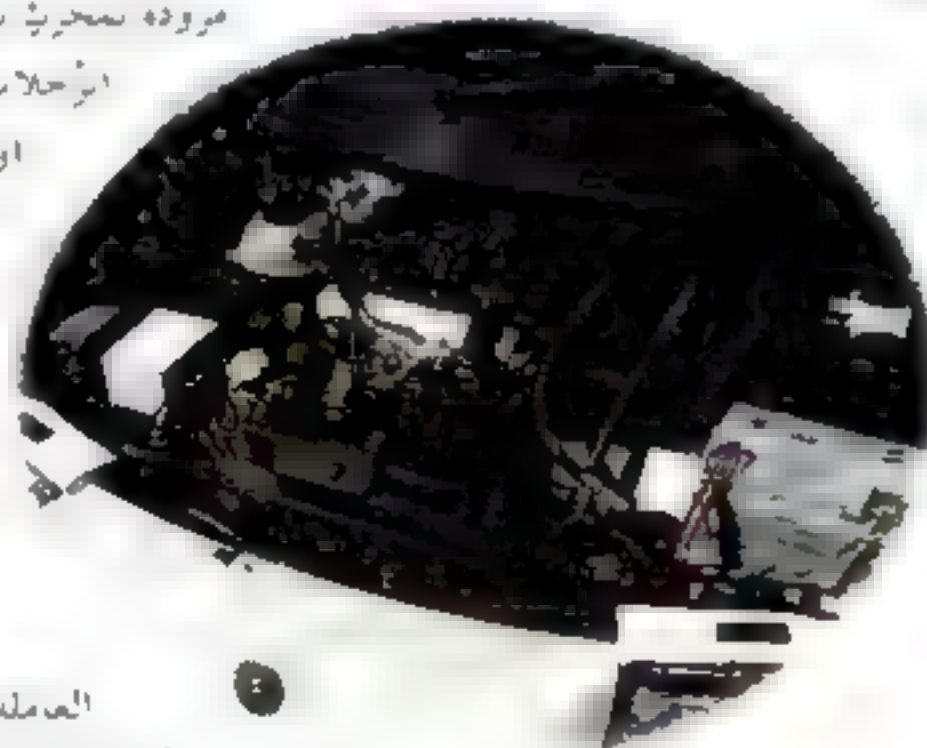


شدة فوض من الشمس

شدة فوض من الشمس

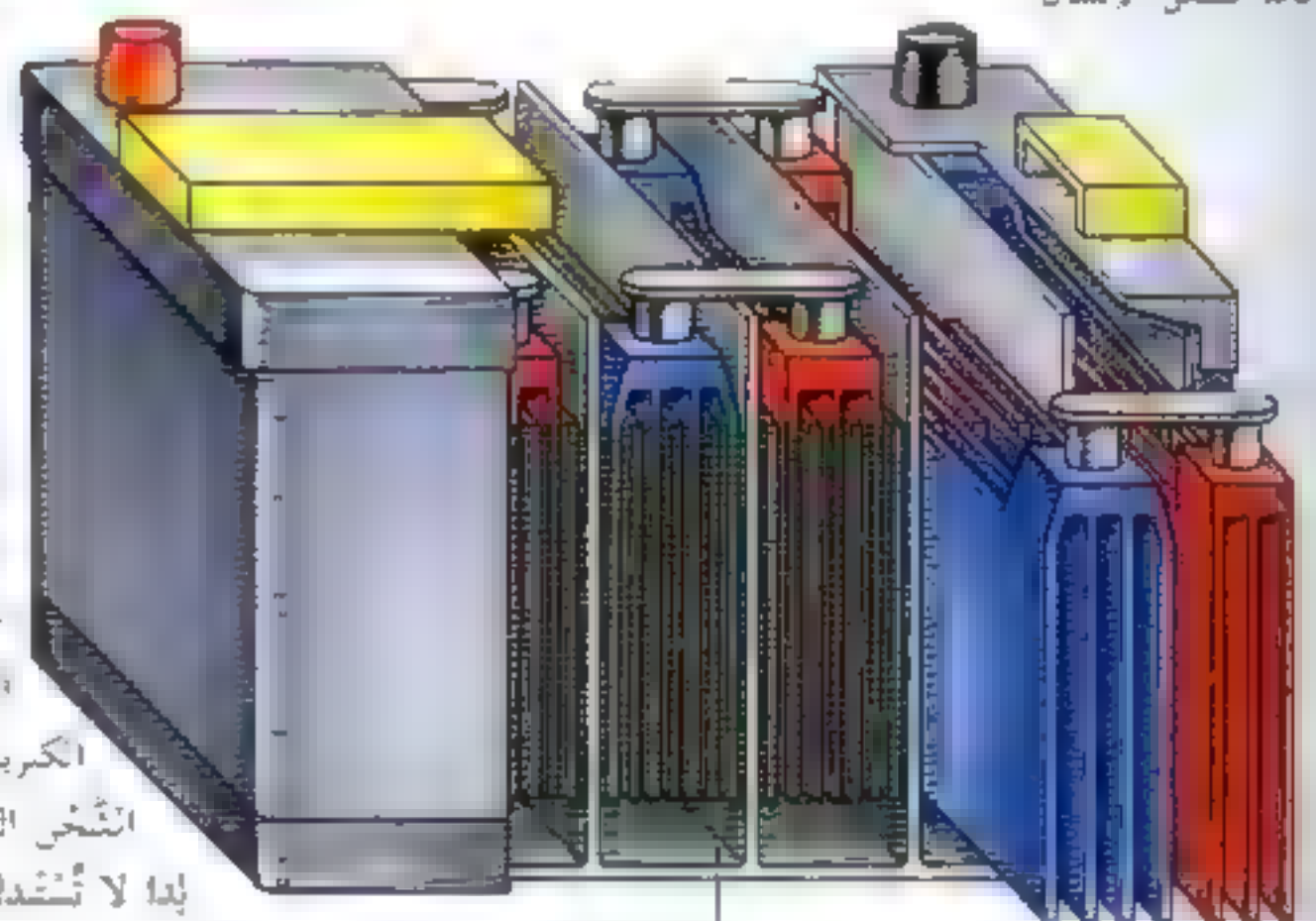
## السيارة الكهربائية

تستخدم هذه السيارة بقدرة تسير في شحش وهي فريدة من حيث سرعة لإعطاء البطارية مشحونة في الأرحاب لاهول. هالك حاليًا صاوخ اونه لسيارة كهربائية تعمل بالبطارية فقط، لكن لبطارية تستخدمه صحنه ولا سوة طولاً، رعد احده شحش لسيارة بلا من لشكة ارنسية حين يحف صحنه لاسهلات وامرئة الرنسية بشارت الكهربائيه هي انا امل بونق للهواء من تلك



## بطارية السيارة (المركم)

تحتوي بطارية السيارة على ١٢ فلتاً، ويحتوي البطارية ست خلايا تتألف واحدة من صحنه من الرصاص و أخرى من ثاني اكسيد الرصاص معمورش في محلول من حامض الكبريتك بخذ ٢ فلت. وهذه خلايا قاسية لإعادة اشحن الكهربائي بعد الاستعمال، بخلاف خلايا الحقة لذا لا تستعمل بطارية السيارة إلا اد بقلصت الخلايا التي لا يمكن إعادة شحشها تسمى خلايا أولية؛ أما إعادة لإعاده اشحن تسمى خلايا ثانوية. بطارية السيارة مركبة حمص رصاصي نمذ احيري، باخدره الكهربيه ويعاد شحش ببعيد في السيارة تدعى الحبوب



صفيحة من ثاني اكسيد الرصاص صفيحة من رصاص تتولد الكهرباء من تفاعل الصفايح مع حامض الكبريتيك

## لمزيد من المعلومات انظر

- الترابط الكهربائي ص ٢٨
- الغبار لانتقائية ص ٣٦
- أشعة الفيزان ص ٣٩
- الكهرباء (لحلل بالكهرباء) ص ٦٧
- مصدر الطاقة ص ١٣٤
- المولدات ص ١٥٩
- لصوة ص ١٩٠
- المصلات ص ٣٥٥
- حاشي ومعلومات ص ٤١٠

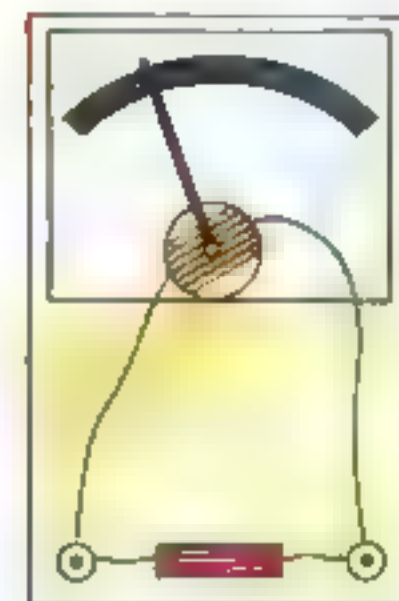


# الدَّاراتُ الكهربائيَّة

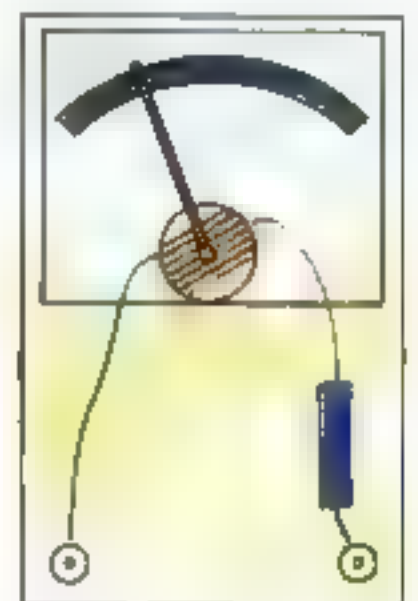
عندما تُضيءُ مِصباحًا كهربائيًا، فإنَّكَ تُكْمِلُ دائرةَ كهربائيَّة بسيطة، تُسري الكهرباءُ فيها من البطاريَّة، عبْرَ المُقْلادِ (المِفْتَاح) والبُصْبِلة ثُمَّ عَوْدًا إلى البطاريَّة. والدَّارةُ هي المَسَارُ الذي تتخذهُ الكهرباءُ؛ وأجزاءُ هذا المَسارِ كُلُّها مُوصَّلةٌ للكهرباءِ ومُتَّصِلَةٌ بعضها ببعض. والدَّاراتُ الكهربائيَّة على نوعين: داراتُ التوالي وداراتُ التوازي. مِصباحُ الجيب الكهربائي مَثَلٌ على دائرةٍ توالي حيثُ كُلُّ مُقَوِّمات الدائرة مُوصُولُ الواحدُ تِلْوَ الآخر. في دائرة التوازي تكون البطاريَّاتُ أو بعضُ المُقَوِّمات الأخرى مُوصولةً بعضها عبْرَ بعض. وفي كلا الدائرتين، يُمكنُ أَحْسابُ الفُلتية أو المُقاومة أو شِدَّةُ التَّيارِ باستخدامِ قانونِ أوم.

## دائرة تطبيقية

لنصنِّعَ ثلاثَ دوائرٍ في أعلى الدائرة المُقابلَةِ نُنِجُّ جُهدًا مقداره ١٣.٥ فُلتًا لأنها مُوصولةٌ على التوالي وَجُهدُ الواحدِ منها ٤.٥ فُلتًا. فإذا تَسَبَّتْ عُظْلُ في سَريانِ تيارٍ أَشَدَّ مِمَّا يَحْتَاجُ في اندازِهِ يَمُهِرُ لِمُضْهِرٍ وَيَقْطَعُ لِإِمْدَادٍ مِنَ البطاريَّاتِ أَحَدُ مِقْيَاسِ المَعْدَدِي الفِيسَاتِ يَعْمَلُ هُنَا كَمِيزَرٍ لِمِقْيَاسِ شِدَّةِ التَّيارِ الشَّارِي في نُصْبِلَةٍ سَمَّا نُسَمِّدُهَا لِأُخْرَى كُفْلُطِمَرٍ لِمِقْيَاسِ الفُلتيةِ عبْرَ بُصْبِلَةٍ أُخْرَى



الأَمِيزَرُ مِقْيَاسُ ذُو مَلَفٍ مُتَحَرِّكٌ مُوصُولٌ على التَّوازي بِمُقَدِّمٍ حَمِيزَرٍ المُقاومة - مَحْبُوتٌ أَنَّ تَيارَ الدَّارةِ يَكُونُ لا يَنْقُصُ إِذَا وَصَلَ فِيهَا الأَمِيزَرُ على التَّوازي



الْفُلتِمَرُ مِقْيَاسُ ذُو مَلَفٍ مُتَحَرِّكٌ مُوصُولٌ عبْرَ التَّوازي بِمُقَدِّمٍ عَالِي المُقاومة. هَذَا المُقاومُ يَمْنَعُ سَريانَ تَيارٍ كَبِيرٍ في الفُلتِمَرِ (وَتَغْيِيرُ أَوْضَاعِ الدَّارةِ بِذَلِكَ).

## جورج سيمون أوم

أَوَحَدَ الفِيزِيائِيِّ لَآلِمَائِهِ جُورْجُ سِيمُونِ أومِ (١٧٨٧-١٨٥٤) العَلاقَةُ بَينَ شِدَّةِ التَّيارِ الكَهربائِيِّ والمُقاومَةِ وَفَرَقِ الجُهدِ الكَهربائِيِّ (الفُلتية) فِيمَا يُعْرَفُ بِقَانُونِ أومِ - المُمَثَّلُ بِالمُعَادَلَةِ التَّالِيَةِ:  
ف (فَرَقُ الجُهدِ الكَهربائِيِّ) بِالفُلتِ  
ت (شِدَّةُ التَّيارِ) بِالأَمِيزَرِ  $\times$  م (المُقاومة)  
«بِالأُومِ» وَقد سُمِّيتْ وَحْدَةُ قِيَاسِ المُقاومَةِ الكَهربائيَّةِ، الأُومِ، بِاسْمِهِ



ثَلَاثُ بطاريَّاتٍ، جُهدُ الواحدِ مِنْهَا ٤.٥ فُلتًا مُوصولةٌ على التَّوازي، تُوفِّرُ قُوَّةً مِقدَارُهَا ١٣.٥ فُلتًا.

يَحْتَوِي حَامِلُ المِضْهِرِ مِضْهِرًا خُرُطُوشِيًّا - كَالْمِيزَرِ بِحَامِيهِ. يَمُهِرُ غَلَرُ المِضْهِرِ عَدَدَ تَحَاوُزِ التَّيارِ حَتَّى نَحْمِيزَنَ لِمُقْلَدٍ طَارِي

المِقْيَاسُ المَعْدَدُ القِياسَاتِ المَعْدَلُ بِدَى ٢٥ مِزَرٍ وَالمُوصُولُ على التَّوازي بِهَذَا الفِرْعِ مِنَ الدَّارةِ تُسَبِّحُ تَقَارًا شِدَّةً ١٦.٥ مِزَرٍ

مُقْلَدٌ يَحْكُمُ سَريانَ التَّيارِ عبْرَ الدَّارةِ بِكاملِها

نُصْبِلُهُ مِثْلُكَ بِمِصْبَاحِي

مُقْلَدٌ يَحْكُمُ في انْتِيارِ الشَّارِي عبْرَ هَذَا الفِرْعِ مِنَ الدَّارةِ

يُسَبِّحُ المُقاومَةُ مُدْوَلاً في الجُهدِ مِقدَارُهُ ٧.٥ فُلتًا، مَحْبُوتٌ بِصِغَةِ الفُلتيةِ المَاضِيَةِ (أَيْ ٦ فُلتًا) مُلَامَةً لِلنُصْبِلَةِ في هَذَا الفِرْعِ مِنَ الدَّارةِ

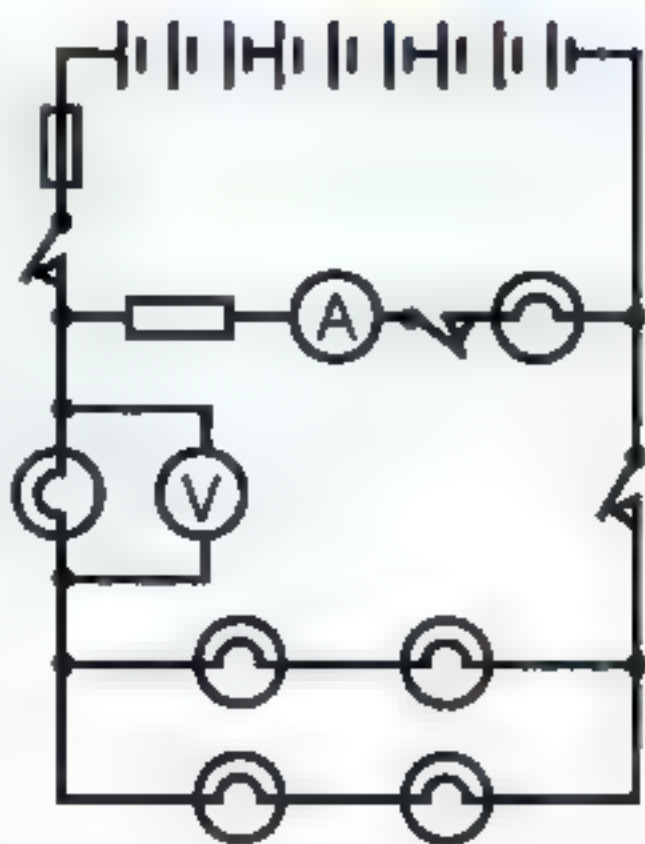
المِقْيَاسُ المَعْدَدُ القِياسَاتِ المَعْدَلُ بِدَى ١ فُلتًا يُبَيِّنُ جُهدًا مِقدَارُهُ ٥ فُلتًا عبْرَ النُصْبِلَةِ

مُقْلَدٌ يَحْكُمُ في التَّيارِ الشَّارِي عبْرَ هَذَا الفِرْعِ مِنَ الدَّارةِ.

نُصْبِلُهُ

رُوحَانُ مِنَ النُصْبِلَاتِ المُتَمَثِّلَةِ المُتَنَالِيَةِ مُوصُولَانِ على التَّوازي. التَّيارُ الشَّارِي في النُصْبِلَاتِ مُتَسَاوٍ

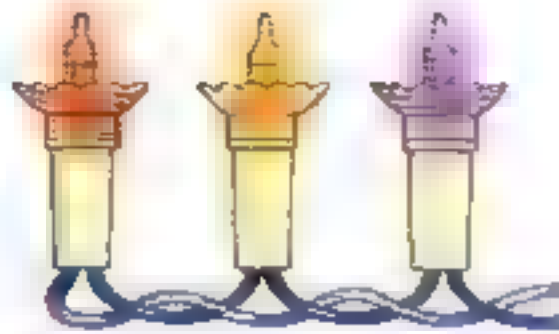
الرَّسْمُ التَّخْطِيطِيُّ لِلدَّاراتِ تُمَثِّلُ مُقَوِّماتُ الدَّارةِ الكَهربائيَّةِ بِرُمُوزٍ مُعَيَّنَةٍ في رِسمٍ تَخْطِيطِيٍّ يُبَيِّنُ كَيْدَ أَعْرَاقِها وَتَوَصُّلاتِها بِوَصُوحٍ رَاسِخٍ في التَّخْطِيطِ المُقَنَّاسِ، بِبَذَرِهِ أَعْلَاهُ، أَعْدَدُ تَرْتِيبِ مَعْصِ الأَمْلَاقِ لِتَسْطِيطِ الرِّسْمِ؛ لَكِنْ ذَلِكَ لَا يُؤَثِّرُ أَبَدًا في تَيَانِ طَرِيقَةِ عَمَلِ الدَّارةِ الكَهربائيَّةِ





## دوائر التوالي والتوازي

يسري التيار الكهربائي في دارة كاملة لا تقطع فيها وقد تكون أحراً أو مقومات دائرة موضوعة على التوالي أو على التوازي في دائرة التوالي تتصل المقومات واحداً بعد الآخر، كذلك الأيدي في حلقة؛ أما في دائرة التوازي فتصل المقومات بعضها عن بعض



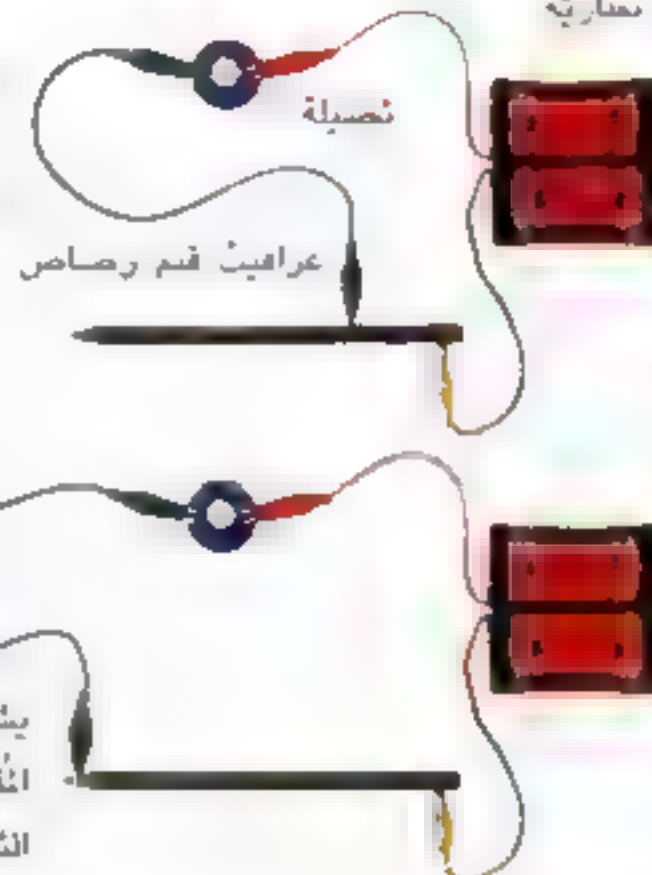
اصوات الحفلات الندية توصل الواحد تلو الآخر عن امتداد اسلك نفسه من كل مروج اما السلك الآخر فتكمل الدارة عودة من آخر السلسلة الى الفانس ومحدد الاقدار

## التوصيل على التوالي

عند وصل المقومات في دائرة على التوالي يزداد مجموع المقاومة. فالتيار الساري من مصدر نفسه في مجموع من المقاوومات أحفض بكثير من التيار الساري في دائرة المقاووم بوحده في بعض نظم دوائر الحفلات تكون التوصيلات موصولة على التوالي؛ وإذا عطلت واحدة منها، يعطل النظام كله

## المقاومة

تُعدّ رَدَدُ المقاومة في دارة بحدّ التيار الساري فيها، وهكذا يمكن احتكاك في تيار في الدارة، المقوم نفسه في رسم مقاوم، يستخدم حيث أصبح مقدوماً مُعَيَّن. يأتى من حركتها في علم رصاص، غير موضح نفسه أن حركتها خلاص الأيلاف على طول لفت لعملي يُعَيَّر طول الكربون الذي يسري فيه التيار، فإذا زاد طول الفرافيت في الدارة، تزداد المقاومة وتقلّ سُرّةً بحيث يوضح نفسه المقومات المتغيرة الكبيرة المستخدمة لمثل هذا العرض تُدعى باطومات التيار (ريوستاتات)

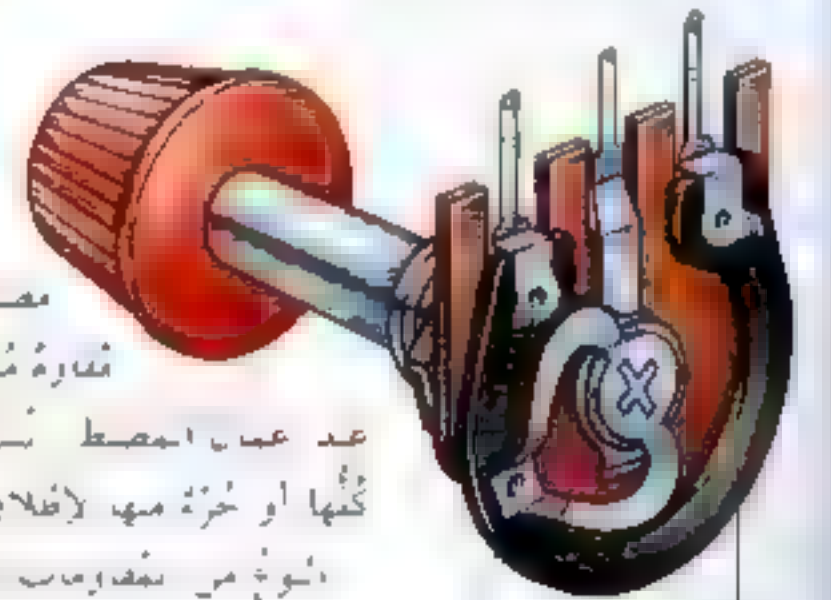


مشرى تيار كبير اذا كس المقاومة قليلة، فتتوقع التوصيلة بمر ساطع

يشري تيار اقل اذا صارت المقاومة اكثر، صحت توقع التوصيلة

## مضبط الجهارة

مضبط جهارة في جهارة ديو مودح هو دائرة مُعَيَّر دو فلامس يربط على مسار كربوني عدد خمس المضبط، يُنظَر إشارة صوتية عن المقوم تُستخدم كُتُها أو حُرّة منها لإطلاق الصوت بعد مُعَيَّر المضبط. وهذا النوع من المقومات يُعَيَّر يُدعى موق



مسار كربوني فلامس

## محكّام السرعة

محكّام السرعة في بعض جادح اظنم سيارات الشاق الكهربائية تمكّن من التحكم في سرعة كلّ مشارة مفردة، فعندما تضغط على الزناد، يربط فلامس على امتداد مقوم متغير، موضوياً على اتوازي بمحدد الإندد ويحدد اشارات فإن حفصت المقاومة تزداد شدة التيار عن محرك لارة ويرداد، ساني، سرعتها

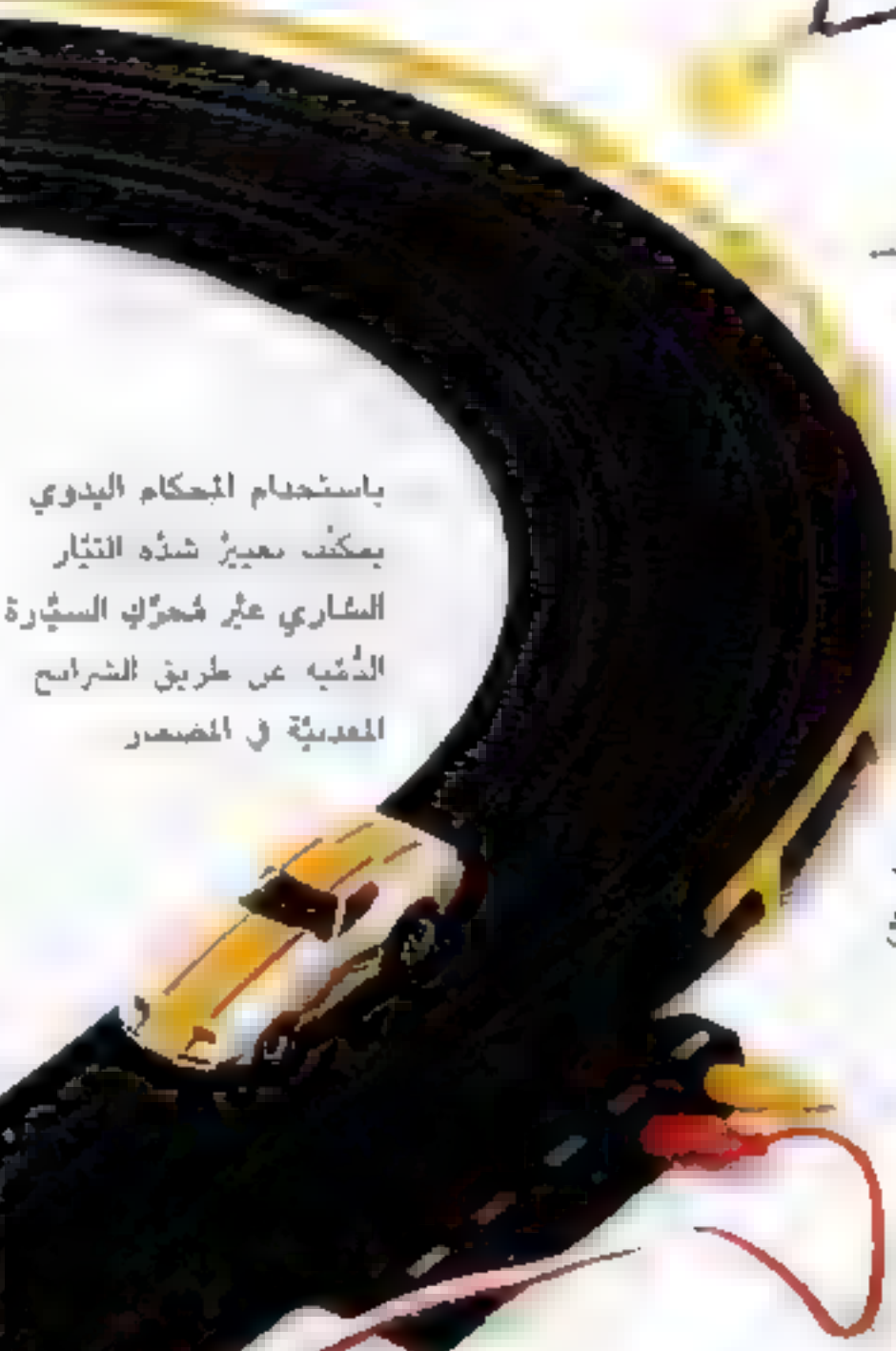


محكّام السرعة اليدوي

## التوصيل على التوازي

عند وصل المقومات في دائرة على التوازي يحصل مجمل المقاومة ويسلك برداد شدة التيار فهي مصدر اشارات الكهربائية تدمى يتم توصيل اشارات على التوازي؛ وكلما ازداد عددها ينخفض مجمل مقاووماتها، ويرداد مجمل التيار من المقور واليارات هنا مستقلة بعضها عن بعض، فإذا عطلت واحدة منها، سسر الآخر في العمل

باستخدام المحكّام اليدوي يمكنك معيّر شدة التيار الساري عن محرك السيارة الدُفِيه عن طريق الشرائح المعدية في المصدر



## لزيد من المعلومات انظر

- كهرباء الشريعة ص ١٤٨
- المغناطيسية ص ١٥٦
- الكهرباء في البيت ص ١٦١
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠

## أنذريه ماري أمبير

الرّصني ولعالم الفرنسي أنذريه أمبير (١٧٧٥ - ١٨٣٦) أخرى بجارب فهمة على سيارات الكهرباء، ووحدها ساس وساس ميسرة لقياس شدة لارة الكهربائية انشاري في داره كهربائية وتقدراً لاسهاماته سمّت وحدة شدة التيار «الأمبير» باسمه. والأمير يُعادل مريان



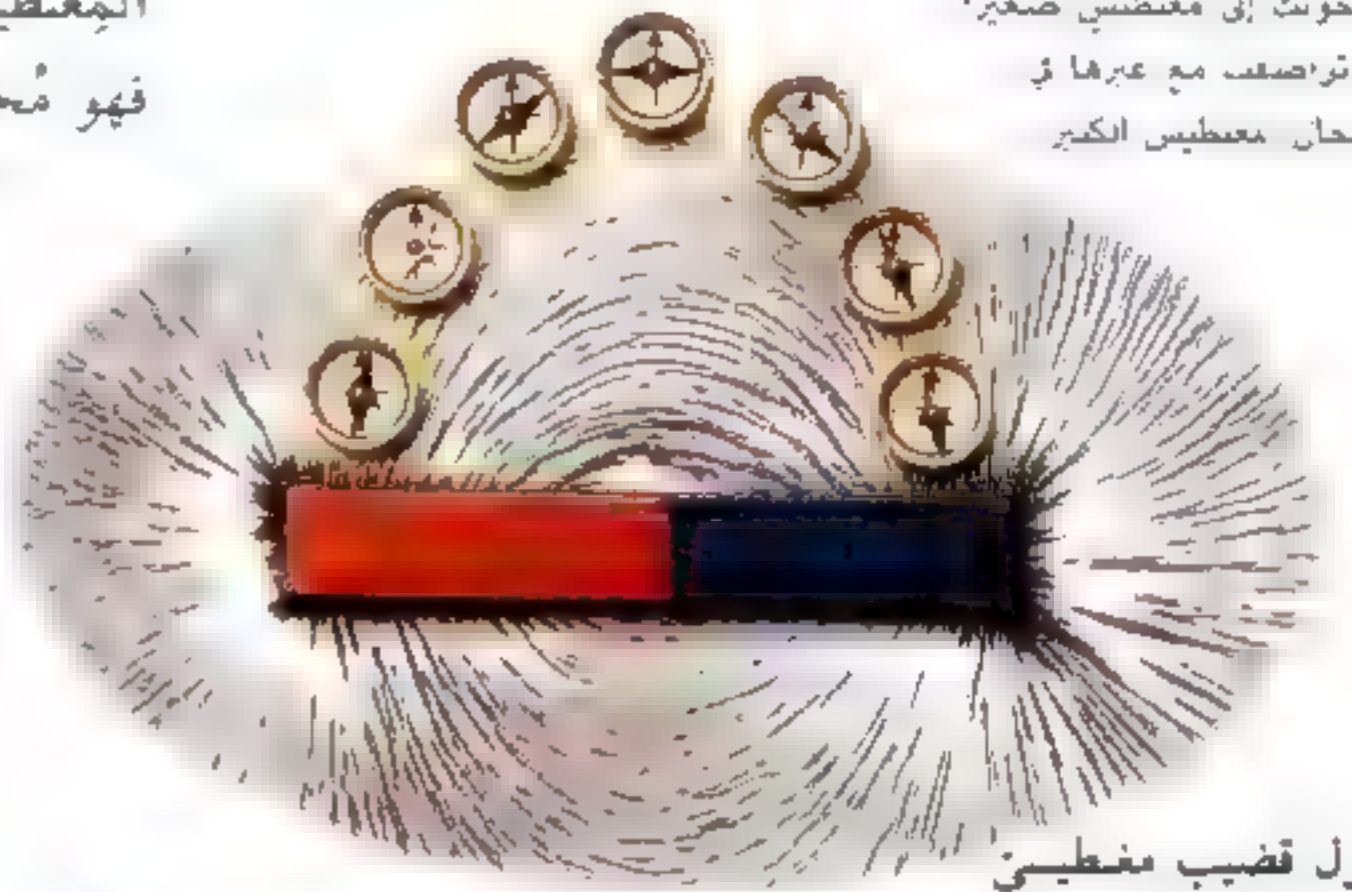
حوالي ١٠ x ١٨ إلكترون في الثانية



# المِغْنَطِيسِيَّة

المِغْنَطِيسُ ليسَ دَبَقًا، لَكِنَّ الأَجْسَامَ الحَدِيدِيَّةَ أو الفولاذيَّةَ الخفيفةَ تَعَلِّقُ بِهِ؛  
فهو مُحَاطٌ بِمَحَالٍ قُوَّةٍ لَامَرْتِيَّةٍ (هي مَجَالُهُ المِغْنَطِيسِيّ) يُؤَثِّرُ فِي مَوَادِّ مُعَيَّنَةٍ  
بِالقُرْبِ مِنْهُ. لِكُلِّ مِغْنَطِيسٍ قُطْبَانِ جَنُوبِيٌّ وَشَمَالِيٌّ؛ الأَقْطَابُ  
الْمُتَشَابِهَةُ تَتَنَافَرُ وَالمُتَخَالِفَةُ تَتَجَادَبُ. فِي مَفْهُومِنَا العَادِيّ، نُطَلِّقُ  
لَفْظَةَ مِغْنَطِيسٍ عَلَى المِغْنَطِيسِ الدَائِمِ (الَّذِي يَحْتَفِظُ  
بِمِغْنَطِيسِيَّتِهِ)؛ لَكِنَّ أَيَّ قِطْعَةٍ حَدِيدٍ تَمَّغْنَطُ عَلَى مَقْرَبَةٍ مِنْ  
مِغْنَطِيسٍ فَتَكْتَسِبُ قُطْبَيْنِ شَمَالِيًّا وَجَنُوبِيًّا وَتُصْبِحُ  
مِغْنَطِيسًا. أَوَّلُ اسْتِخْدَامَاتِ المِغْنَطِيسِ كَانَتْ فِي  
البُوصَلَةِ المِغْنَطِيسِيَّةِ؛ وَالْيَوْمَ  
تُسْتَحْدَمُ المِغْنَطِيسِيَّةُ فِي طَرِيقَاتٍ  
وَمَجَالَاتٍ مُتَعَدِّدَةٍ.

كُلُّ قِطْعَةٍ مِنْ بُرَادَةِ الحَدِيدِ  
تَحْوِثُ إِلَى مِغْنَطِيسٍ صَغِيرٍ  
وَتَرْتَصِفُ مَعِ عِبْرَهَا فِي  
مَحَالٍ مِغْنَطِيسِيٍّ كَبِيرٍ



حَوْلَ قُضْبَيْ مِغْنَطِيسِيٍّ

يَسْطُرُّ نَرْدَةً حَدِيدٍ حَوْلَ قُضْبِ المِغْنَطِيسِ فِي سَبْعِ مُخَدَّوٍ  
دَسَاءٍ، مُظَهِّرَةً تَعْدَادَ مَحَاذٍ مِغْنَطِيسِيٍّ تُشَلِّحُ حَلَقَاتِ مَحَالٍ  
تَحْدَهُ أَوَّلَ الشَّوْصَةِ عِنْدَ وَصْعِهَا قُرْبَ المِغْنَطِيسِ. دَانِ نَائِرُ  
المَحَارِ المِغْنَطِيسِيَّ بِالأَرْضِ عَلَيْهَا حَسِدٌ قَبِيلٌ حَذًا سَبْعًا لَشِدَّةِ  
قُرْبِهَا مِنْ قُضْبِ المِغْنَطِيسِ

## مِغْنَطِيسِيَّةُ الأَرْضِ

الْمِغْنَطِيسَةُ النُّحْطَةُ بِالمِغْنَطِيسِ وَهِيَ يُنْتِجُ  
تَأْثِيرَهُ فِيهَا تَسْمَى مَجَالُهُ المِغْنَطِيسِيّ،  
وَلِلْأَرْضِ مَجَالٌ مِغْنَطِيسِيٌّ كَمَا لَوْ كَانَتْ  
فِي دَاخِلِهَا قُضْبٌ مِغْنَطِيسِيٌّ دَائِمٌ  
وَيَعْرِى هَذَا المَجَالُ إِلَى اللَّبِّ المَرْكَزِيِّ  
لِحَدِيدِيٍّ فِي بَاطِنِ الأَرْضِ



البُوصَلَةُ المِغْنَطِيسِيَّةُ

يَنْجَذُ المِغْنَطِيسُ المُرَكَّبُ عَلَى مَحْوَرٍ أَتَحَافُ شَمَالًا  
حَوَالًا نَائِرِ المَحَارِ المِغْنَطِيسِيَّ لِلْأَرْضِ وَتُسَحِّدُهُ  
هَذِهِ لَمَدَارُهُ فِي الشَّوْصَةِ المِغْنَطِيسِيَّةِ؛ لَكِنَّ عَلَى  
الشَّوْصَةِ مَرَّ عَادَةً أَنْ تُوصَلَ تَشْبِيرٌ مُعَلَّا إِلَى القُطْبِ  
الشَّمَالِيِّ المِغْنَطِيسِيَّ لِلْأَرْضِ، لَدِي لَا يَسْطُرُّ مَوَاقِفُهُ  
تَعَدُّ مَعِ القُطْبِ الشَّمَالِيِّ الجُغَرَاْفِيِّ

## الأَقْطَابُ

لِكُلِّ مِغْنَطِيسٍ قُطْبَانِ شَمَالِيٍّ وَجَنُوبِيٍّ  
بَعْدَ تَلَاوُحِهِ الَّذِي يَتَحَدَّهُ بِالنَّسَبِ  
لِقُضْبِي الأَرْضِ المِغْنَطِيسِيَّ  
المَعْرُوفُ أَنَّ الأَقْطَابَ المُتَضَادَّةَ  
تَتَجَادَبُ وَالأَقْطَابَ المُتَمَازِئَةَ تَتَنَافَرُ  
وَالْقُطْبُ الشَّمَالِيُّ لِلْبُوصَلَةِ يَنْجَذُ بِحَرِّ  
الشَّمَالِ لِأَنَّ بَصْفَ الكُرَّةِ الشَّمَالِيَّ  
دَوَّ قُطْبِ مِغْنَطِيسِيٍّ حَوَالِيٍّ يُمْكِنُ  
سِيَّانَ قُوَّةِ التَّجَادُبِ وَاسْتِغْرَافِ سَبْعِ  
مِغْنَطِيسَاتٍ بِرْدَةِ حَدِيدٍ



## الشَّوَاظُ الشَّمْسِيَّةُ

تَسْجُدُ نَشْكُوبَ حَاضِرٍ، يَسْطُرُّ  
الْمَشْكُوبُ بِصُورِ أَسْدَوَاتٍ عَرِ  
الْمَشْرُوحِ الشَّوْصَةِ عَلَى نَعْدَمَاتِ  
أَوَّلِ الكِنُومَرَاتِ قُرْبَ سَطْحِ الشَّمْسِ؛  
وَتُدْعَى هَذِهِ الشَّوَاظُ الشَّمْسِيَّةُ  
وَيَحْوِي أَعَارَ المُتَدَفِّقِ مِنْ هَذِهِ  
الشَّوَاظِ خَسَمَاتٍ مُشْحُونَةٍ مُتَحَرِّكَةٍ  
تَأْثُرُ بِمِغْنَطِيسَتِهِ شَمْسٍ لِهَاتِهِ  
وَأَشْرَاطُ الشَّمْسِ الْهَائِلِ الشَّمْسِيَّةِ  
يُورِغُ بِمَعْلُ الشَّمْسِ المِغْنَطِيسِيَّةِ



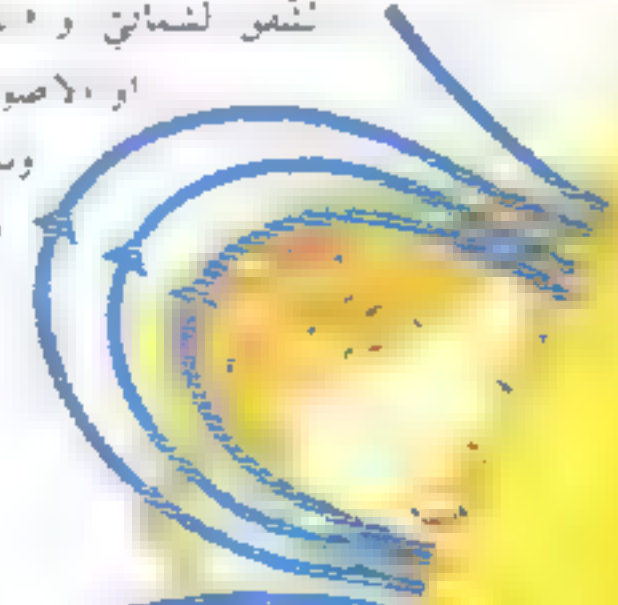
الشَّمْسُ القُطْبِيَّةُ

يَحْدُثُ بَصْفُ المِغْنَطِيسِيَّاتِ لِلْأَرْضِ لِمُخَدَّاتٍ مُتَحَوِّلَةٍ  
مِنْ شَمْسٍ عَدِيدَةٍ بِصَدْفِ هَذِهِ المُخَدَّاتِ المُتَحَوِّلَةِ  
أَحْوَالُ نَسْبِ صَوْنٍ مُتَوَلِّدَةٍ فِي بَصْفِ نَكْرَةِ الشَّمَالِيَّ بَرِيٍّ عَرِضِ الأَصْدَاءِ  
مُتَوَلِّدَةٍ سَهْلٍ هَذَا فِي مَحَاذٍ لِقُرْبِهِ مِنْ قُطْبِ الشَّمَالِيَّ، وَيَدْعَى  
شَمْسُ الشَّمَالِيَّ وَ«مَغْرِبُ الشَّمَالِيَّ»

أَوِ الأَصْدَاءِ مُتَحَوِّلَةٍ شَمَالِيَّةٍ

وَيَحْدُثُ هَذِهِ مُظَهَّرَةٌ

فِي بَصْفِ نَكْرَةِ الجَنُوبِيِّ أَيْضًا





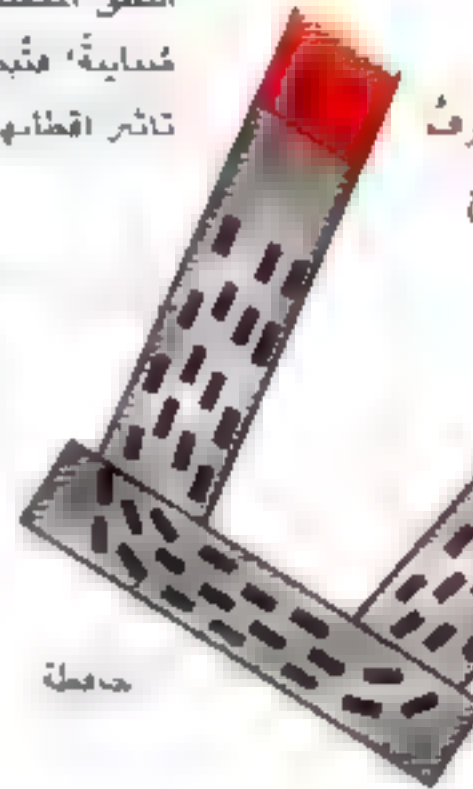
## ماهية المغناطيسية

المعتقد علمياً أنه داخل قطعة من الفولاذ مثلاً، هناك أحوارٌ مُمغنطة فائقة الدقة تدعى نُظُمٌ تتخذ هذه النُظُمُ المُمغنطة اتجاهاتٍ مُتباينة، فتنطلي بعضها مع بعضها البعض الآخر، وتنتقل قطعة الفولاذ غير مُمغنطة. أما إذا اتحدت هذه النُظُمُ المُمغنطة اتجاهًا مُوحدًا، فإن قطعة الفولاذ تُصبح ممغنطة فقطه الشمالي في الطرف الذي تنحى نحوه الأقطاب الشمالية لتلك النُظُم، ويصبح الطرف الآخر قطبًا حيوياً.



الذرات  
المغناطيسية  
بعقد المعطس  
معصنه تدرجاً

إذا ما ترك على حاله، لأن نُظُمُ المُمغنطة قد تجرف عن مواقعها (بحاجة إذا سُخِنَ المعطس أو رُخِ بَغُف) وبعد ساعدها ولمع حدوث ذلك نوصي قطعة حديد، تسمى حصة، بي نُظُمِ المعطس الصوي (واحد) بي كل من نُظُمِ لتنايس عصبي معصن (معتس) بحيث تنمي النُظُمُ للمعص في معطس مشدودة في نساها، بعضها بي معص في ما تسمى دائرة معطس هذه ترسة بالمحيطات تمنع بعدان المعطسية



حصة

النُظُمُ المعطسية  
الدقيقة تحتفظ  
بموضعها بعضها  
بالنسبة الى  
معص

## مغانط البرادات

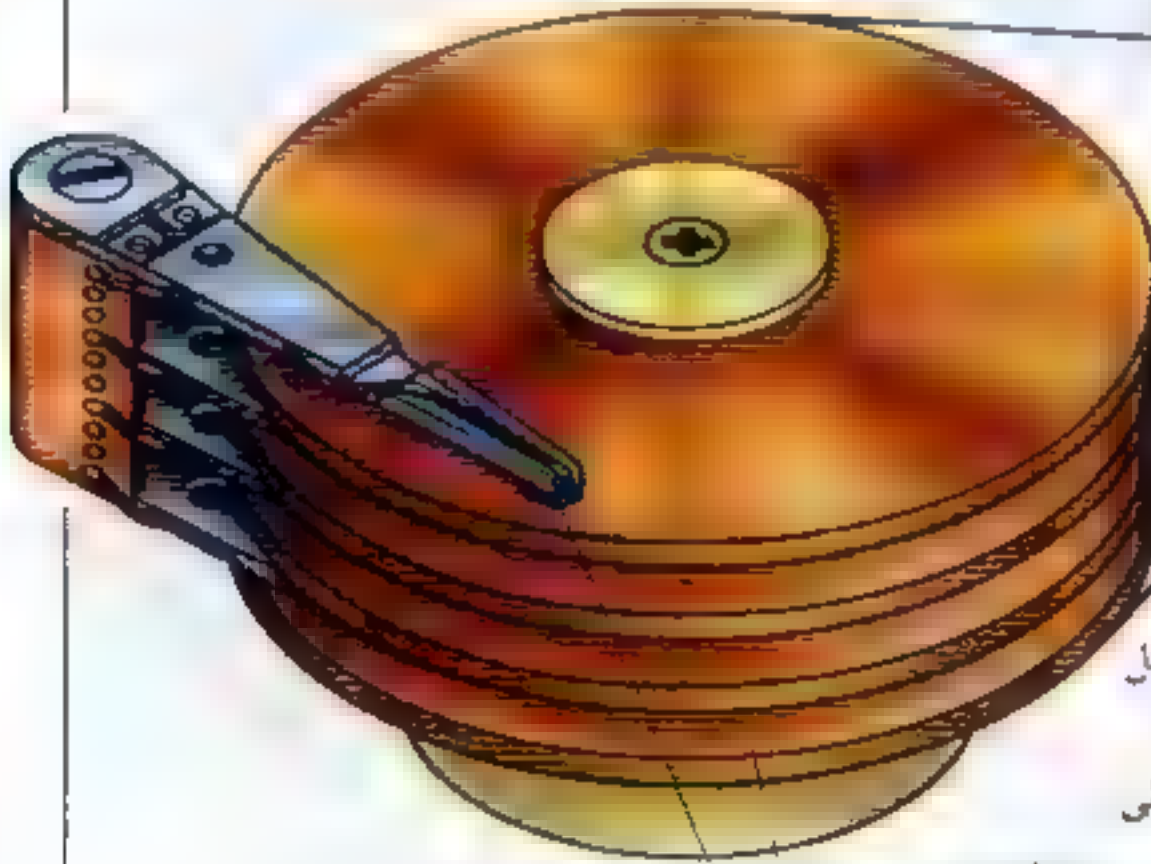
تُمنق على البرادات أحياناً مغناط أو شوزة للتدكير أو الزيت، بمغانط صغيرة فالمعطس الصغير يُشَدُّ البطاقة أو الورقة أو الدائمة الصغرة إلى حديد التراد لأن سبر انقوة المعطسية يعمل غير المواد التي لا تمتص. في الوقت نفسه يعمل جذار البراد (أو التلاجة) كحاضلة صون معطسية المعطس



تُحترق المعلومات على القرص  
كنصبات مغناطيسية تمثل واحداً  
(بالوشل) أو صيفراً (بالقطم).

## الأقراص المغناطيسية

نحرق الحواسن معطس شتي على أقراص لدائنية مغنية بطقة قابله لشمط ندخل النغضات إلى الحاسوب على شكل إشارات كهربية كما في المشغلة الشريطة فيدوم القرص ويمرر رأس التسجيل فوق سطحه مُحوّلاً الإشارات الكهربائية إلى بصابت معطسية تُرك المعلومات مخبئة على القرص كسماط معطسية

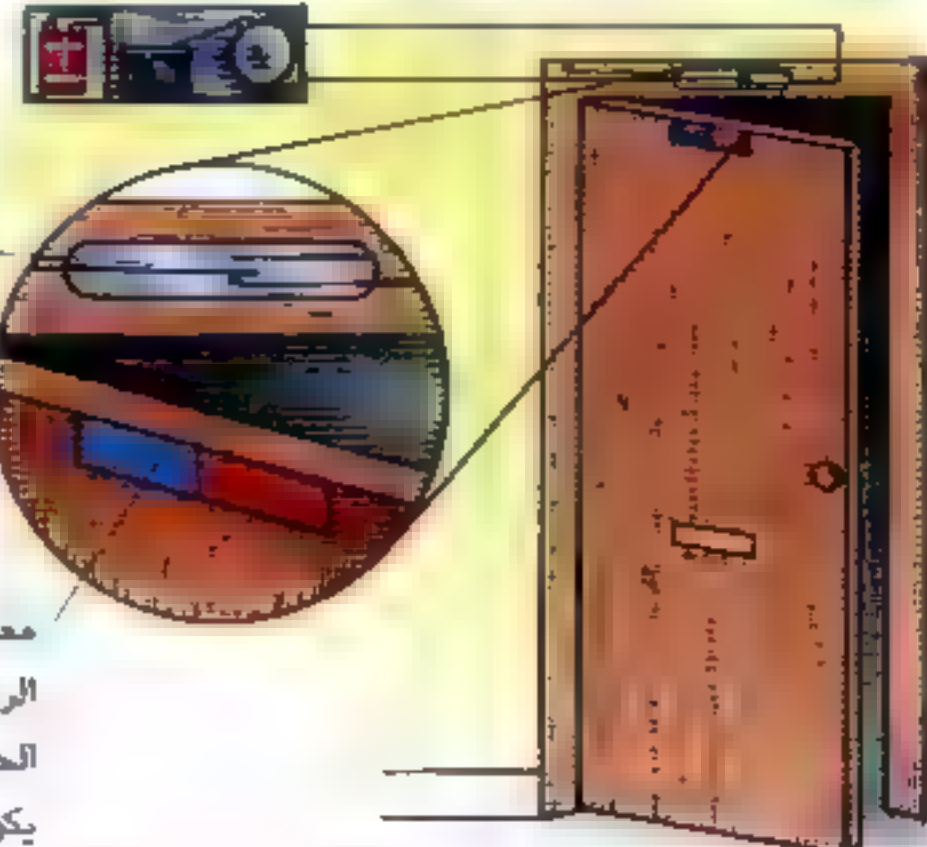


ينتقل رأس القراءة والكتابة الكهرومغناطيسية، ويتحكم الحاسوب، إلى جزء غير من القرص لتسجيل المعلومات عليه أو إلى الجزء حامل المعلومات لاستعادة ما سُجِّل سابقاً عليه.

نحوي سؤافة الأقراص رضة من الأقراص المغناطيسية الحاسنة المرونة برس قراء وكندية حاص لكل منها

مغلاّت ريشي النصل دو ريشه حديدية وفلاسي خديد غير موصول (موق) وفلاسي موصول من معدن لا يتمص (تحت).

معطس دائم على الباب يُشَدُّ الويشة الحديدية إلى اللامس الحديدي غير الموصول عندما يكون الباب مُغلقاً.



## جرس إنذار ضد السطو

يُركب على أعلى الباب (من الداخل) معطس دائم ومغلاّت ريشي النصل على الإحار. عندما يكون الباب مُغلقاً، تنضم شريحتا الحديد المعطسيان المغنوتان بتأثير المعطس. وعند فتح الباب، يبتعد المعطس، فترن الشريحة المركزية خلفاً لتُمنس الملامس المعدني اللامعطي تحتها، مُكتملة الدارة الكهربائية، فيقرع جرس الإنذار.

إشارات صوتية

رأس تسجيل واستعادة دو عصاري كهرومغناطيسي مُردوج

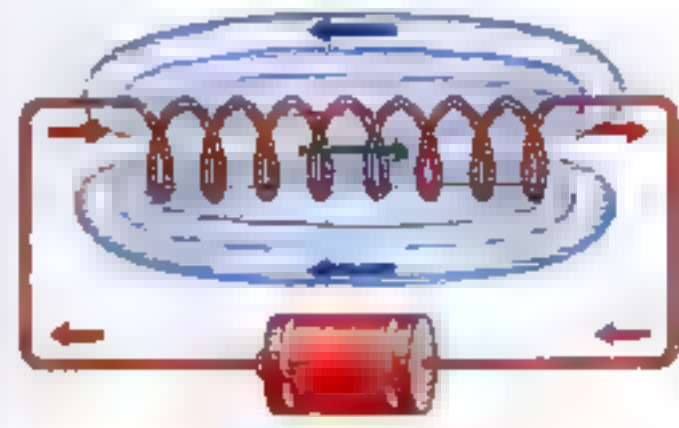
شريط جديد أو سبق مسخه بواسطة محال معطسي مُتناوب عالي التردد يستند بالإشارات المُشغلة سابقاً على الشريط إشارات غير مُسموعة عالية التردد.

## لزيادة من المعلومات أنظر

- لمرات الانتقالية ص 36
- لكهرومغناطيسية ص 156
- المحرك الكهربائي ص 158
- المولدات ص 159
- سبة الأرض ص 212
- الشمس ص 284
- حقائق ومعلومات ص 410



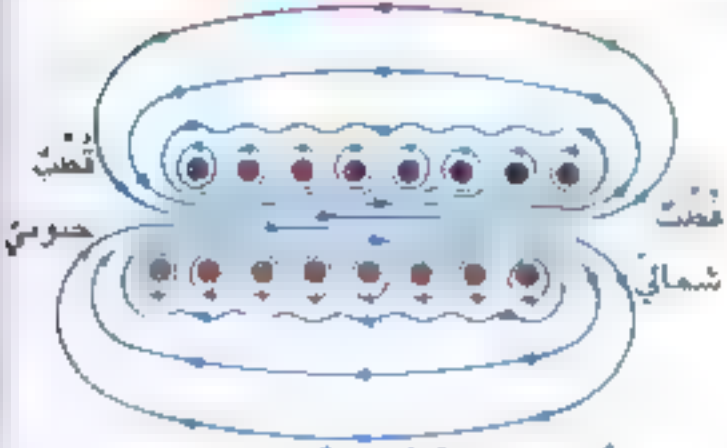
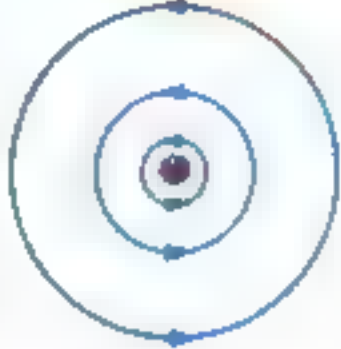
# الكهرمغناطيسية



يُولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً، فإذا كان اتجاه التيار متغيراً، يتغير اتجاه المجال الناتج عن التيار.



عندما يسري تيار كهربائي في سلك، يتولد حوله مجال مغناطيسي، يشبه المجال في سلك المغناطيس.

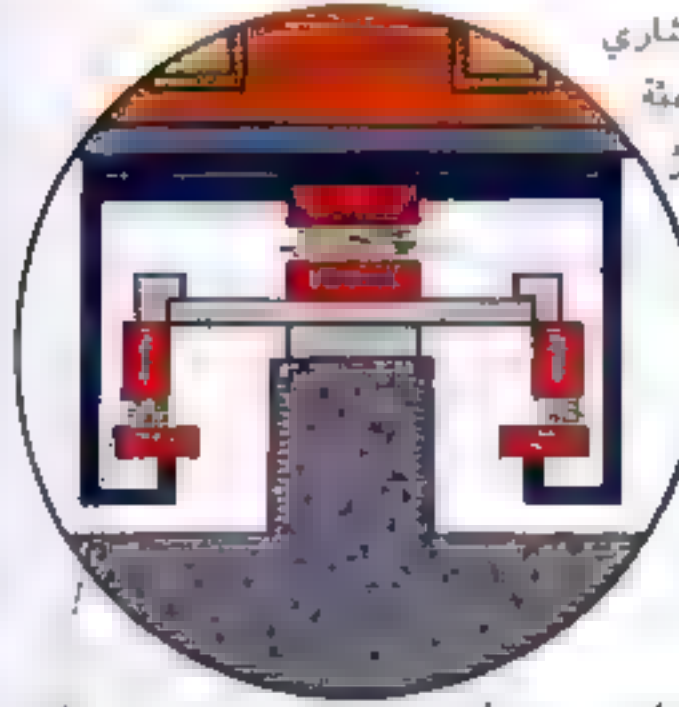


المجال حول ملف سلكي

تُجذب المجالات المغناطيسية حول لَدَبِ المِفْطَل لتكوّن مجالاً مغناطيسياً، ويسمى السلكي قطباً شمالياً وجنوبياً كقطب المغناطيس.

المجال حول سلك يحمل تياراً

يُولد مجال مغناطيسي حول سلك يسري فيه تيار كهربائي، ويمكن كشفه باستخدام برادة الحديد أو البوصلة المغناطيسية.



تُضبط شدة التيار المار عبر المغناطيسات الكهربائية أوتوماتيكياً بيفي انقضاء سائخا على القُلُو الصحيح.

يُضخ قصباً سلكي بجواري مغناطيسات كهربائية بجاسي المسار، ومغناطيسات القطار الكهربائية تعمل باتجاههما.



التوسيد المغناطيسي

توفر قطارات التوسيد المغناطيسي (الطافية مغناطيسياً) رحلة هادئة سلسة، هذه القطارات لا تدرج على سكة حديدية بل «تطفو» فوقها بالتوسيد الكهرمغناطيسي. يسري تيار عبر المغناطيسات الكهربائية في المسار وهي مغناطيسات القطار، فيولد مغناطيسية ترفع القطار عن الخط (بالتوسيد المغناطيسي).

هانز كريستيان أورستد

لاحظ الكيميائي والفيزيائي الدنماركي، هانز كريستيان أورستد (1777-1851)، أثناء تجاربه على بعض الأجهزة الكهربائية، عام 1820، أنه عند إمرار تيار قوي في سلك انحرفت بكرة التوصية القريبة منه، ولم تغد تشير إلى الشمال فأدرك أن أسرار الكهرباء وتولد مغناطيسية أثرت على اتجاه الإبرة. وهكذا اكتشف أورستد العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية (الكهرمغناطيسية).



جرس

مطرقة

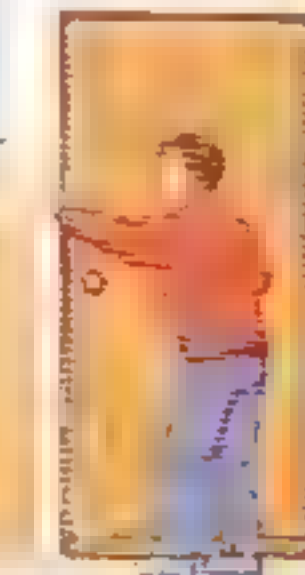


قصب حديدي

نصنع الملقان

مغناطيساً

كهربائياً عند سريان التيار



سَقَاطَةُ (مِزْلَاج) الباب

يُمكنك فتح الباب الخارجي من غير موقفه إذا كان مُجهّزاً بسَقَاطَةِ كهرمغناطيسية يتحكّم بها ملفٌ لولبي. فعند كُشْر رُزٍّ من داخل البيت، يسري التيار عبر الملف اللولبي، ويُولد مغناطيسية تسحب سَقَاطَةَ الحديدية إلى داخل الملف، فيمكن الرُّز من فتح الباب بعدئذٍ يُعيد باصٌ خاصُّ السَقَاطَةَ لِمَوْضِعِ الباب.

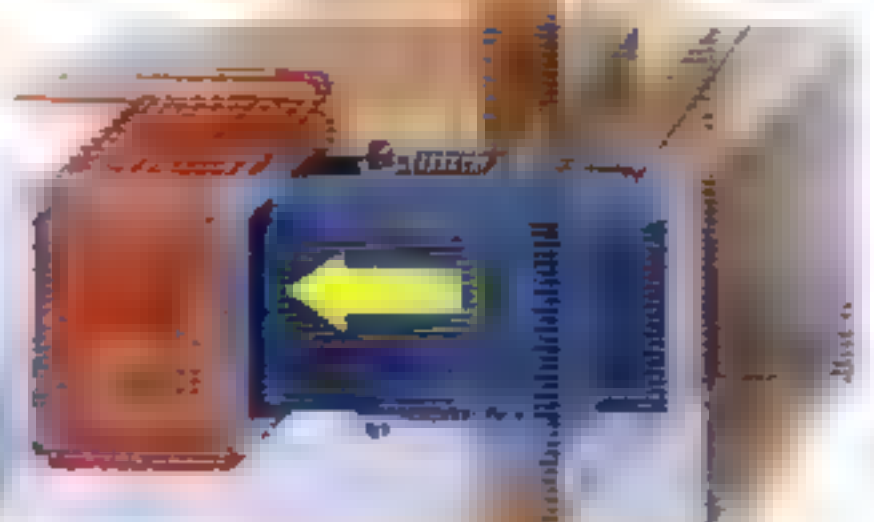
جُرسُ الباب

جرسُ باب الكهرمغناطيسي يعمل بالكهرمغناطيسية (الكهرمغناطيسية) فعند مرور تيار لجرس، يسري التيار عبر مغناطيس كهربائي، فيسحب مغناطيساً حديدياً متصلٌ بمطرقة ويفرغ الجرس حركة القصب لمضرب. هذه تفتح ابواباً، مروراً مغناطيس المغناطيس الكهربائي ويرتد القصب الحديدي إلى موقعه مُعيداً وصل لدره وتكرّر هذه العملية بسرعة بحيث يُسمع رنين الجرس مُواصلًا.



قلل أن تكسّر الرُّز لفتح سَقَاطَةِ الباب الكهرمغناطيسية، تتصلّب أولاً بالهاتف الداخلي لتعرف هوية الزائر.

تستجيب السَقَاطَةُ إلى داخل الملف عندما يسري التيار فيه.





## مِفْطِيسٌ كَهْرَبِيٌّ

ترداد قوة المحل المعطيسي للملف بوضع قلب حديدي داخله. فإذا لففت مثلا، عدة لفات من سلك نحاسي معزول حول مشمار حديدي، تحصل على مفطيس كهربائي قوي ومن الضروري أن يكون السلك معزولا كي لا ينحط التيار الناتج السككة ويتر في المسامير. وصل مفطيسك الكهربائي ببطارته بصباح جيب، واختبره باليقاط أجسام حديدية أو فولاديه صغيرة به.

ملف من سلك نحاسي معزول ملفوف حول مشمار حديدي

عند وصل الملف بالبطارية يصبح المشمار شغفًا ويستطيع اليقاط مشابك الورق وديابيس الرسم الفولاذية

## حراحة العين

بستخدام هييب اشعوب مغنطيسا كهربيا لإزالة شظية فولاديه من عيني مصابة. فبغذ تركيز المغنطيس الكهربائي في الموقع الصحيح، يبرز بئارا كهربيا عنده، فتحدث المغنطيسية اشعبيه من العنبر

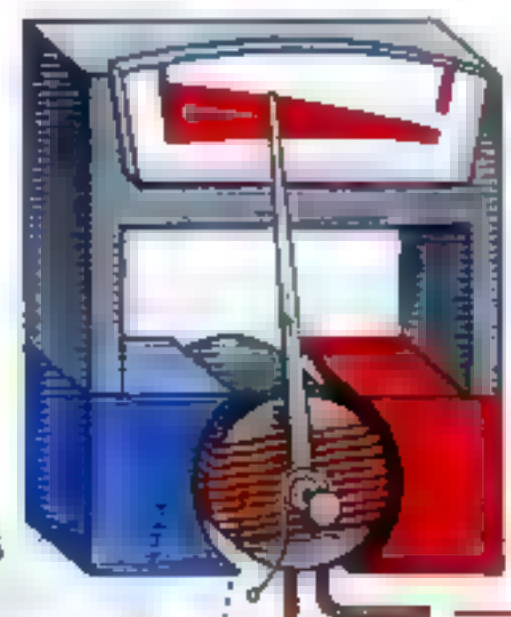


بأستخدام المغنطيس الكهربائي يستطيع الطبيب إزالة شظية بشرية وبقية أكثر من إزالتها يدويا

ترسل ذمذمات البوق المحروطي إشارات صوتية عبر الهواء.

## مقياس الوقود في السيارة

تتبع الكهرمغناطيسية إلساني السيارة مقدار الوقود المتبقي لديه. في مقياس الوقود يرثر مغنطيس كهربائي داخل مغنطيس دائم، وعندما يسري بئارا عن المغنطيس الكهربائي يعطف هذا، نحو لمغنطيس دائم، بمقدار يعتمد على شدة التيار. في داخل خزان الوقود، تحرك عمدة مقاومة متغيرا يحكم سريان التيار في مقياس الوقود. فعندما يكون مستوى الوقود عدليا، يسري بئارا عدي فت الحراق كيز في مؤشر المعدر



حزق الوقود  
قطب شمائي  
مغناطيس دائم  
مقياس التيار الملف  
مستشع تحرك المؤشر  
بطارية  
مقياس العامة  
وصفحة مقاومة  
للتغير

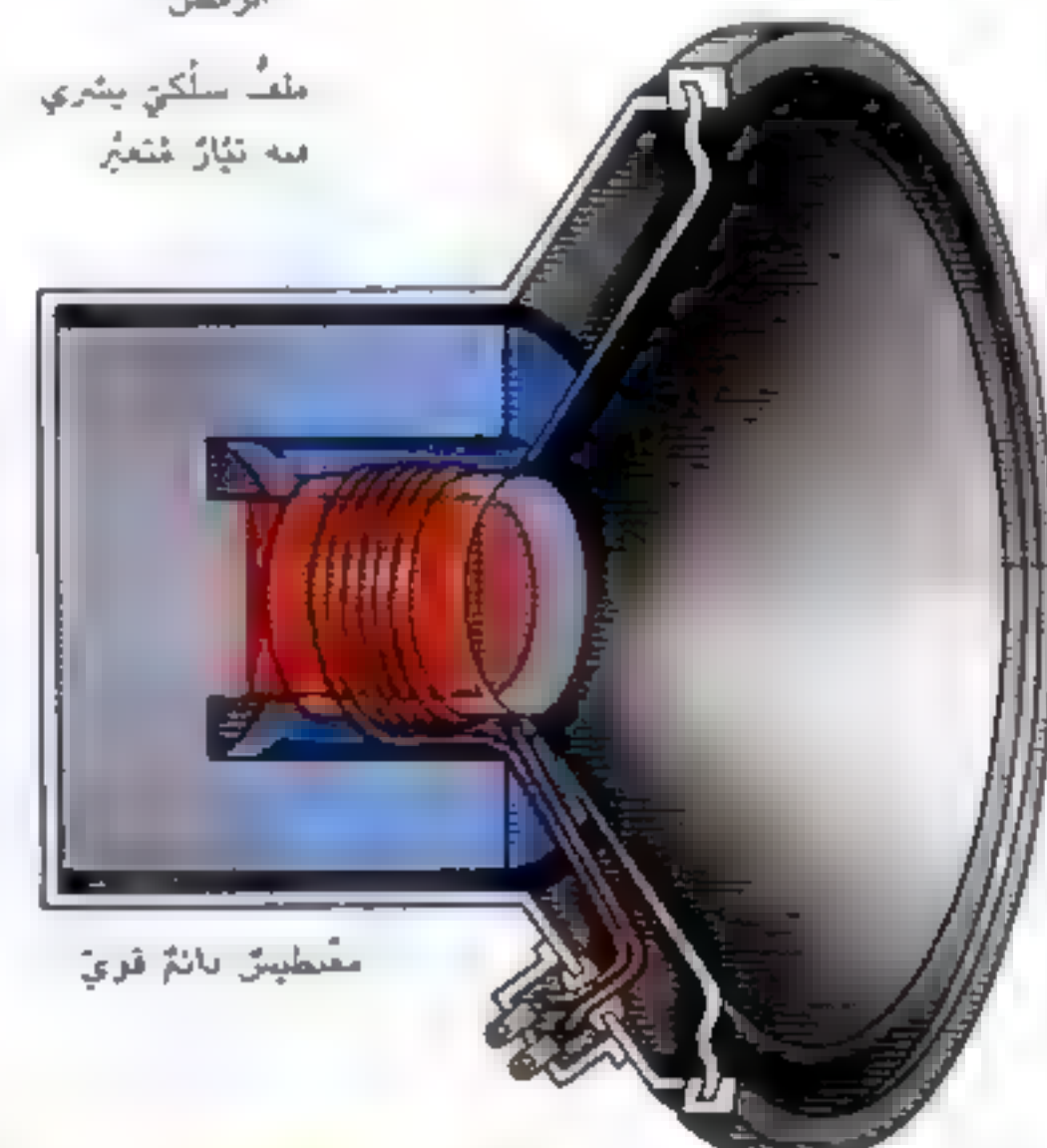
## مَكَّةُ الْبَيْعِ

كما تولد الكهرباء مغنطيسية، كذلك يمكن للمغناطيسية أن تولد كهرباء. ونستخدم هذه الظاهرة ليعرف القطع النقدية في مكبات البيع في هذه المكبة يمر القطعة النقدية عبر محول مغنطيسي يسحب بئارا كهربائيا فؤاميا فيها وهذا التيار يولد بدوره مجالا مغنطيسيا يثبط حركة القطعة النقدية الممنوعة الأصلية فقط بالمرر الصحيح لشق في قسم باب من المكبة، أما الفصع الرائعة منقط في مرتق الزفص

شظا بعض القطع النقدية الرائعة المعدن أكثر من الاصلية، فتسقط في مشرب الزفص

شظا القطع النقدية الصحيحة المعدن بالقدر الذي يمكنها من تحطى مسقط الزفص إلى قسم التدقيق التالي في المكبة.

ملف سلكي يسري منه تيار فتعبر



مغناطيس دائم قوي

شقت إبلان القطع النقدية في المكبة تولد هذا المغنطيس الكهربائي مجالا مغنطيسيا عالي التردد



تستخدم مكبة البيع الكهرمغناطيسية لتعرف القطع النقدية الاصلية.

الأجسام غير المعدنية لا شظا، فتترتب بالصفيحة القليا وتسقط في مشرب الزفص

## المجهر (مكبر الصوت)

يحول لمجهر الإشارات الكهربائية إلى أموج صوتية تهر الإشارات عبر مفت، حول رقبة بوق محروطي ورقني، يعمل كمفطيس كهربائي، على مقربة من مغنطيس دائم قوي عندما يسري سار في اتجاه معين، تدفع القوى المغنطيسية البوق المحروطي والمفطيس الكهربائي إلى الخارج. وعندما يسري التيار في الاتجاه المضاد، يحدث لبوق المحروطي إلى الداخل، وذنبات البوق المحروطي هذه تولد أمواجًا صوتية

## كاشف الفلزات

في بعض المطارات، قد يتوجب عليك المرور عبر مجار فطري كاشف للفلزات في طريقك إلى الطائرة. توجد داخل المجار ملفات سلكية كبيرة تحمل تيارا كهربيا. فإذا عبر شخص بحمل مستل مثل، يعثر فير المستشعر كهرمغناطيسية الملفات، ويكشف المحار هذا

التعبير ويطلق الإنذار



قطب شمائي  
مغناطيس دائم

يغلف التيار الملف مستشع تحرك المؤشر

## لربك من المعلومات لأطرق

- الكهرباء البارية ص ١٤٨
- المغناطيسية ص ١٥٤
- الصوت ص ١٧٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠



# المُحَرِّكَاتُ الكَهْرَبَائِيَّةُ

تُشيرُ إلهامُ ي.  
أَنجاءُ حركة أسفَلَ

تُشيرُ السَّهْلَةُ إلى أَنجاءِ  
المَحَالِّ المَغْنِطِيسِيَّةِ

تُشيرُ الرُّسْطَى  
إلى أَنجاءِ التَّيَّارِ  
الكَهْرَبَائِيِّ

قَاعِدَةُ اليَدِ الْيُسْرَى

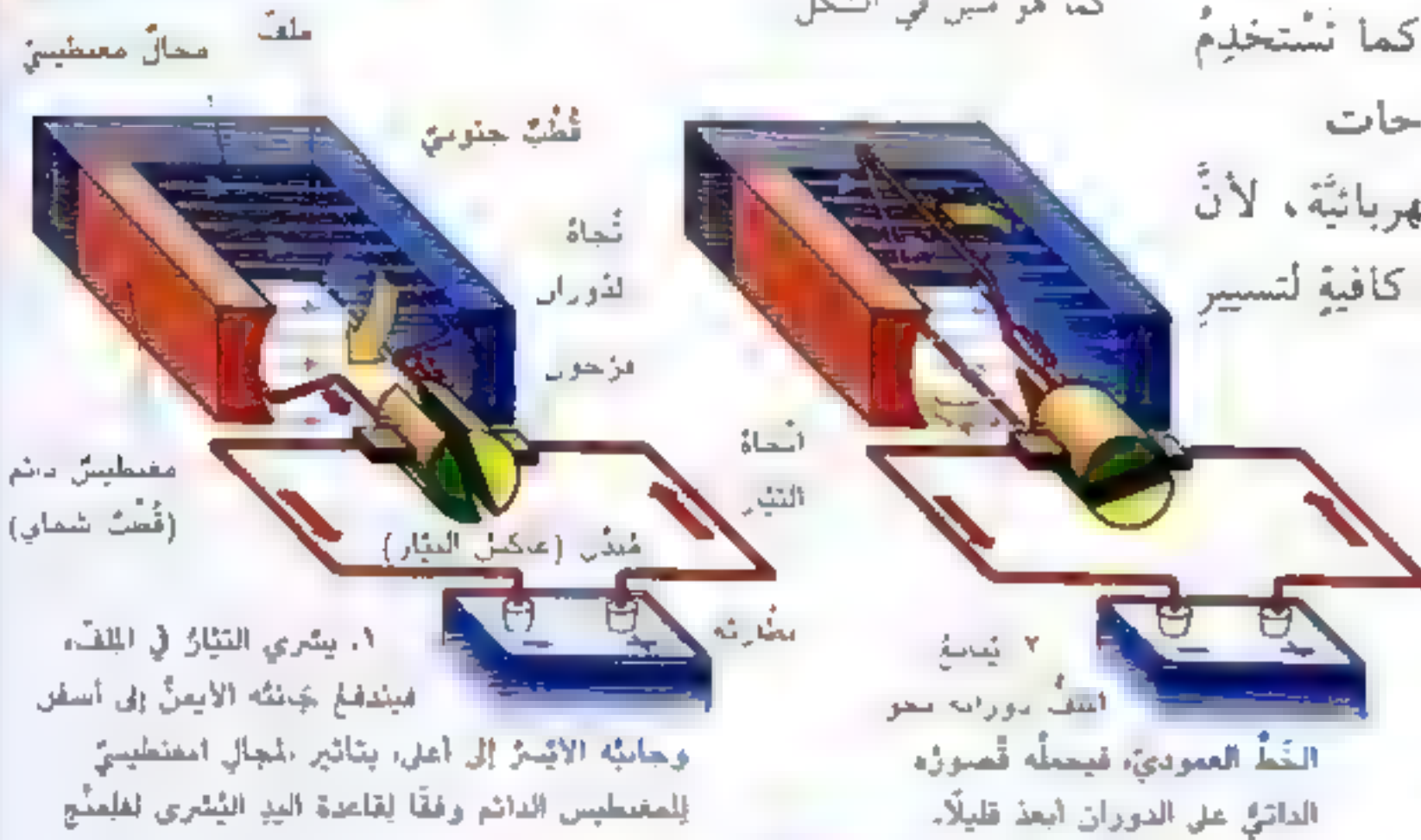
يُمْكِنُكَ مَحَلِّدُ أَتْجَاءِ الحَرَكَةِ لِسَلْكَ  
يَحْمَلُ شَرَا كَهْرَبَائِيًّا فِي مَحَالِّ  
مَغْنِطِيسِيَّةٍ نَظْمِيَّةٍ قَاعِدَةُ اليَدِ الْيُسْرَى  
لِفَلْجِجٍ. إِجْعَلِ الْإِلْهَامَ وَالسَّهْلَةَ  
وَالرُّسْطَى مِنْ أَصَابِعِ يَدِكَ الْيُسْرَى فِي  
وَصْعٍ مُتَعَابِدٍ إِحْدَاهَا مَعَ الْآخَرَتَيْنِ،  
كَمَا هُوَ مُشِيرٌ فِي الشَّكْلِ

الكثير من المكينات التي نستخدمها يوميًا تُشغَّلُ بِمُحَرِّكٍ كَهْرَبَائِيٍّ.  
وهو مُحَرِّكٌ يحوِّلُ الطَّاقَةَ الكَهْرَبَائِيَّةَ إلى حَرَكَةٍ اعْتِمَادًا عَلَى حَقِيقَةٍ أَنَّ  
السَّلْكَ حَامِلَ التَّيَّارِ يُؤَلِّدُ مَجَالًا مَغْنِطِيسِيًّا؛ وهو، في مَحَالِّ  
مَغْنِطِيسِيَّةٍ آخَرٍ، يَتَعَرَّضُ لِقُوَّةٍ يُمَكِّنُ أَنْ تُنتِجَ حَرَكَةً. المُحَرِّكَاتُ  
الكَهْرَبَائِيَّةُ مَصَادِرُ قُدْرَةٍ مُرِيحَةٍ لِأَنَّهَا نَظِيفَةٌ وَهَادئةٌ نَوْعًا، وَمُتَعَدِّدَةٌ  
الاستعمالات. لَذا تُسْتَخْدَمُ فِي تَشْغِيلِ الغَسَّالَاتِ وَالخَلَّاطَاتِ  
والمُسْجَلَاتِ الْفِيدِيَوِيَّةِ وَمَعَارِفِ الأسْطُوَانَاتِ وَغَيْرِهَا. كما تُسْتَخْدَمُ  
السَّيَّارَاتُ مُحَرِّكَاتٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ لِنَدَى الحَرَكَةِ وَتَشْغِيلِ مَسَاحَاتِ  
الرُّجَّاجِ. لَكِنَّ قِلَّةً مِنَ السَّيَّارَاتِ فَقط تَعْمَلُ بِمُحَرِّكَاتٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ، لِأَنَّ  
البَطَّارِيَّةَ مِنْ حَجْمٍ عَمَلِيٍّ مَعْقُولٍ لَا تُسْتَطِيعُ اخْتِرَانُ طَاقَةٍ كَافِيَةٍ لِتَسِيرِ  
سَيَّارَةٍ عَصْرِيَّةٍ مَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ.

جوزيف هيري

الأمريكي جوزيف هيري (1797-1847)  
قام باكتشافات مهمة في مجالات الكهرومغناطيسية  
محسِّن نصائيم المغناطيس الكهربية، وصنع أول  
مُحَرِّكٍ كَهْرَبَائِيٍّ عام 1829، استطاعَ

بِمَغْنِطِيسِيَّةِ الكَهْرَبَائِيَّةِ حَمْلَ  
دِرَاعٍ مُنْحَوِرٍ تَقْرُعُ  
ضُفُوفًا وَفُتُوفًا

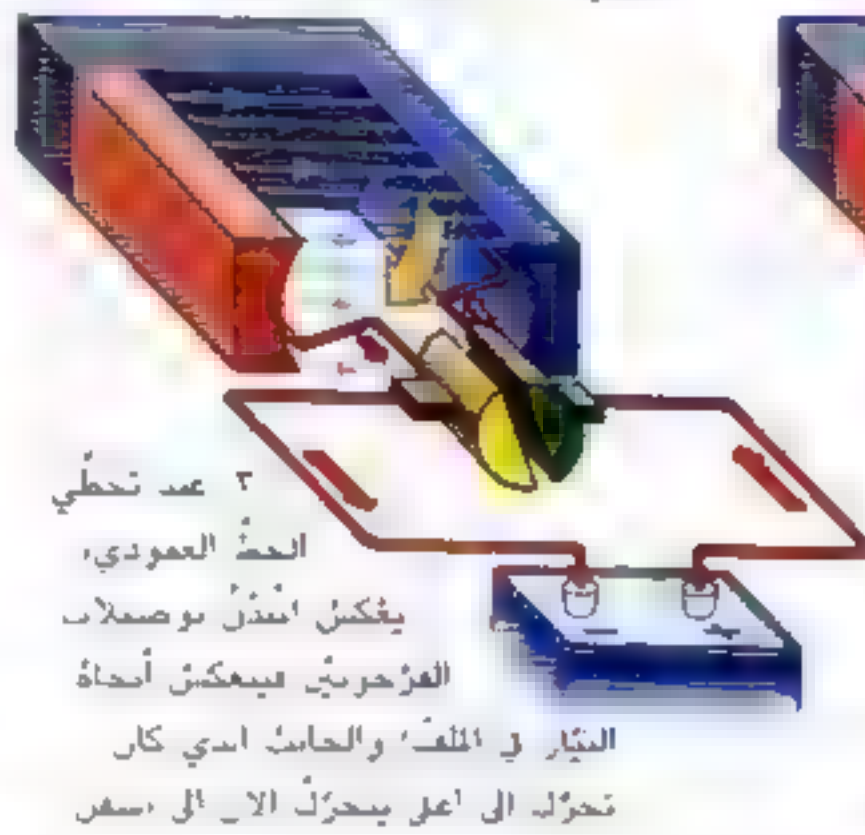


١. يَشْرِي التَّيَّارُ فِي المَلْفِ،  
فَيَنْدَفِعُ بِجَنَاحِهِ الْإِلْهَامُ إِلَى أَسْفَلَ  
وَجَانِبِهِ الْإِلْهَامُ إِلَى أَعْلَى، بِتَأْثِيرِ المَجَالِّ المَغْنِطِيسِيَّةِ  
لِلْمَغْنِطِيسِ الدَّائِمِ وَفَقْأَ لِقَاعِدَةِ اليَدِ الْيُسْرَى لِفَلْجِجٍ

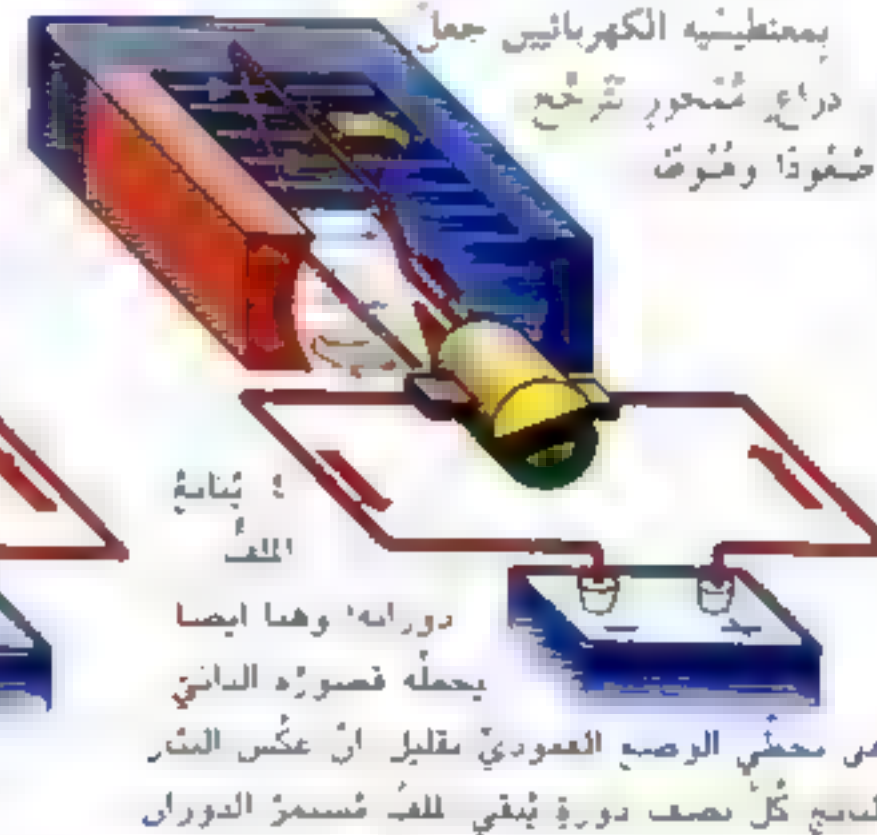
٢. يَتَدَفَّعُ  
السَّلْكَ بِدَوْرَانِهِ مَحْوِ  
الْخَطِّ العَمُودِيِّ، فَيَحْمَلُهُ قُصُورُهُ  
الدَّائِيَّ عَلَى الدَّوْرَانِ أَبْعَدَ قَلِيلًا.

مُحَرِّكٌ بَسِيطٌ

فِي المُحَرِّكِ الكَهْرَبَائِيِّ البَسِيطِ يَتَمُّ إِمْدَادُ المَلْفِ  
بَتَّارٍ مُسْتَمَرٍّ مِنْ قِصَصِي كَرْبُورٍ قَصِيرَيْنِ هُمَا  
الْفَرْحُونَانِ يَقَعُ لِمَلْفٍ بَيْنَ قُطْبَيْ مَغْنِطِيسٍ  
دَائِمٍ شَمَالِيٍّ وَجَنُوبِيٍّ، حَيْثُ يَعْمَلُ نَازِلٌ مَجَانِيٍّ  
المَلْفِ وَالْمَغْنِطِيسِ الدَّائِمِ عَلَى دَفْعِ المَلْفِ  
لِلدَّوْرَانِ. وَلِوَصُولَةِ الدَّوْرَانِ، يُعْكَسُّ أَتْجَاءُ  
التَّيَّارِ فِي المَلْفِ كُلِّ نِصْفِ دَوْرَةٍ بِوَاسِطَةِ  
عَاكِسٍ لِلتَّارِ يُدْعَى المُنْدَلِّ. وَبِذَوْرَانِ المَلْفِ  
المُسْتَمَرِّ، يُدَارُ المُحَرِّكُ



٣. عِنْدَ تَحْطِي  
الْخَطِّ العَمُودِيِّ،  
يُفْكَسُّ السَّلْكَ بِوَصْلَاتِ  
الْفَرْحُونَيْنِ فَيَعْبُكُشُ أَتْجَاءُ  
التَّيَّارِ فِي المَلْفِ، وَالْحَاسِتُ إِسْدِي كَارٍ  
مَحْوَلٌ إِلَى أَعْلَى بِمَحْوَلٍ الْإِلْهَامُ إِلَى أَسْفَلَ



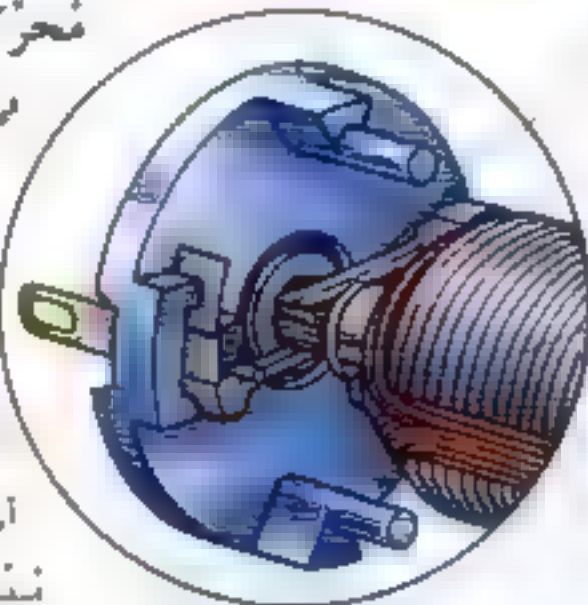
٤. يَتَدَفَّعُ  
السَّلْكَ وَهَذَا أَيْضًا  
يَحْمَلُهُ قُصُورُهُ الدَّائِيَّ  
عَنِ مَحْطِي الوَصْعِ العَمُودِيِّ بِقَلِيلٍ أَنْ عَكْسَ التَّارِ  
الدَّائِيَّ كُلِّ نِصْفِ دَوْرَةٍ يُبْقِي لِمَلْفٍ مُسْتَمَرٍّ الدَّوْرَانِ

يَتَلَقَّى المُنْدَلُّ الكَهْرَبَاءَ مِنَ الْفَرْحُونَيْنِ فَيَحْمَلُ  
المَلْفَاتِ اسْتِكْنَةً تَتَدَفَّعُ بِدَوْرَانِهِ إِلَى الْأَتْجَاءِ الصَّحِيحِ

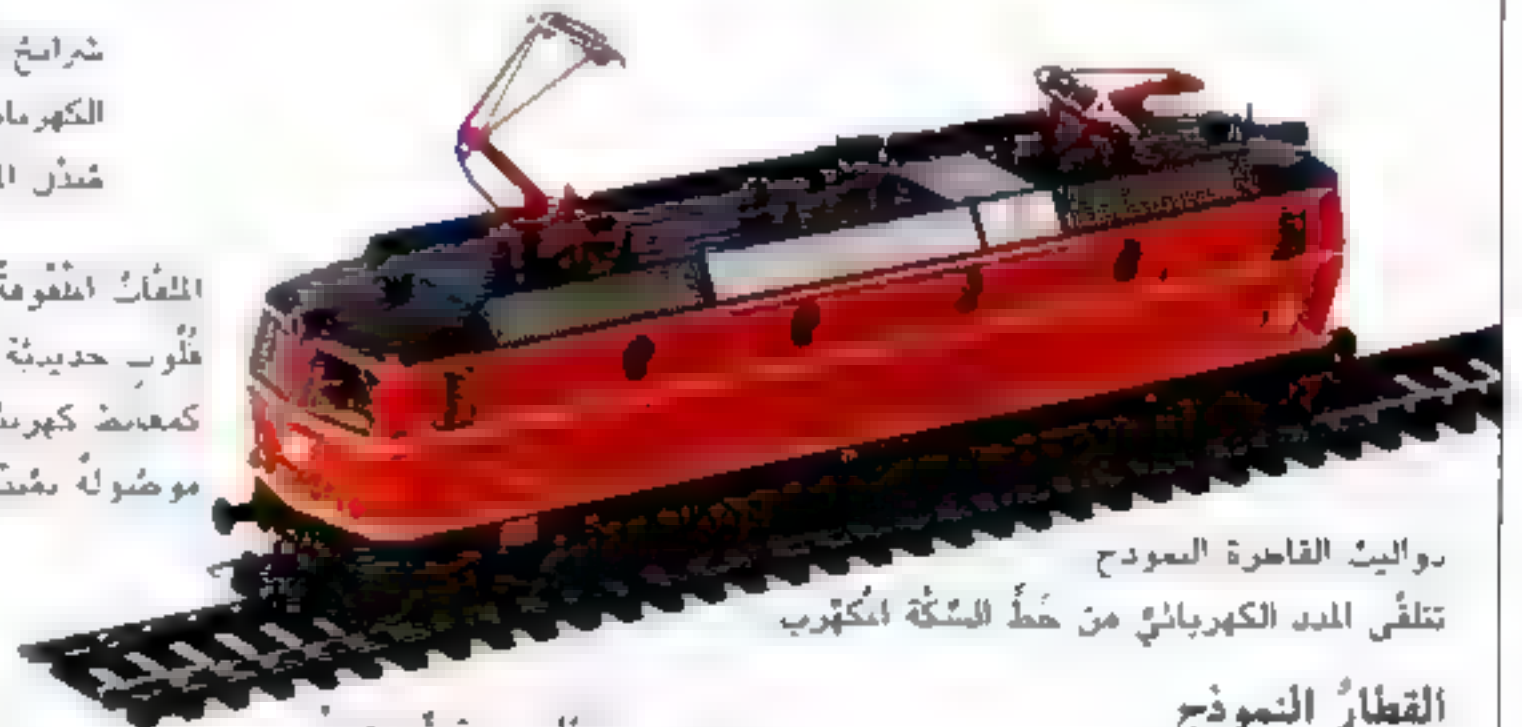
شَرَاخُ عِلَاقَتِهِ نَازِلٌ المَدَدِ  
الكَهْرَبَائِيِّ مِنْ حَطِّ الشَّكَّةِ إِلَى  
مُنْدَلِّ المُحَرِّكِ

مُحَرِّكَاتُ مُتَعَدِّدَةِ الْأَقْطَابِ

فِي المُحَرِّكِ البَسِيطِ، يَكُونُ قُوَّةُ الدَّوْرَانِ مُنْفَعَةً  
يَحْمَلُ بَتَّارًا هِيَ الْأَشَدُّ عِنْدَمَا يَكُونُ لِمَلْفِهِ  
مُسَامَةً مَعَ المَجْدِ المَغْنِطِيسِيَّةِ،  
وَالْأَضْعَفُ عِنْدَمَا يَكُونُ لِمَلْفِهِ مُتَعَامِدَةً مَعَ  
هَذَا المَحَالِّ يَكُونُ مُعْصَمُ المُحَرِّكِ  
الكَهْرَبَائِيَّةِ تُحْوِي عِدَّةَ مِثْقَالَاتٍ تُنتِجُ قُوَّةَ تَدْوِيرٍ  
أَسْفَلَ، وَيُعَدُّ التَّيَّارُ إِلَى المَلْفَاتِ بِوَاسِطَةِ  
مُنْدَلِّ مُتَعَدِّدِ الصَّعْصَعِ



المَلْفَاتُ المَقْطُوعَةُ حَوْلَ  
قُلُوبٍ حَدِيدِيَّةٍ تَعْمَلُ  
كَمَغْنِطِيسٍ كَهْرَبَائِيٍّ، وَهِيَ  
مَوْصُولَةٌ بِمُنْدَلِّ المُحَرِّكِ



دَوَالِيَةُ القَاطِرَةِ العَمُودِيَّةِ

تَتَلَقَّى المَدَدَ الكَهْرَبَائِيَّ مِنْ حَطِّ الشَّكَّةِ الْمَكْتَرَبِ

الْقَطَّارُ النَّمُودَجُ

تُسَيَّرُ مُحَرِّكُ كَهْرَبَائِيٌّ هَذِهِ القَاطِرَةِ النَّمُودَجِ. تَتَلَقَّى  
دَوَالِيَةُ الكَهْرَبَاءِ مِنْ حَطِّ الشَّكَّةِ الْمَكْتَرَبِ بِوَاسِطَةِ  
أَسْوَكَ تَصِلُ إِلَى سَبْ شَرَاخِ فَرْيَةٍ نَازِلَةٍ مُنْدَلِّ  
المُحَرِّكِ هَالِكٌ وَحَدَهُ يَحْكُمُ يُمْكِنُهَا تَعْبِيرُ الْفَلْطَةِ  
الَّتِي يُعَدُّ بِهَا حَطِّ الشَّكَّةِ وَأَنْدَاعُ لِقُصْفَتِهِ بِشَمْلٍ  
السَّحَالِ المَغْنِطِيسِيَّةِ لِمِثْقَالَاتِ مُحَرِّكٍ، وَهَذَا يَفْعِي  
دَوْرَانًا سَرْعَ لِمُحَرِّكٍ وَرَبِيدَةٍ فِي سَرْعَةِ الْعَاظِرَةِ

يَتَّارٌ مُسْتَمَرٌّ حَقِيقُصْ  
الْقَلْبَتِيَّةِ يَمْدُ حَطِّ الشَّكَّةِ

مَغْنِطِيسٌ دَائِمٌ يُؤَلِّدُ  
مَجَالًا مَغْنِطِيسِيًّا  
تَدْوِمٌ فِيهِ المِثْقَالُ  
السَّلْكَ



لِجُزَيْهِ مِنَ المَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- القُوَّةُ والحَرَكَةُ ص ١٢٠
- لِمُحَرِّكَاتِ ص ١٤٣
- الكَهْرَبَاءُ التَّيَّارِيَّةُ ص ١٤٨
- الكَهْرَبَاءُ مُعْصِمَةٌ ص ١٥٦
- حَقَائِقُ وَعَدُومَاتُ ص ٤١٠



# المولدات

تُشير الإبهام إلى  
اتجاه الحركة.

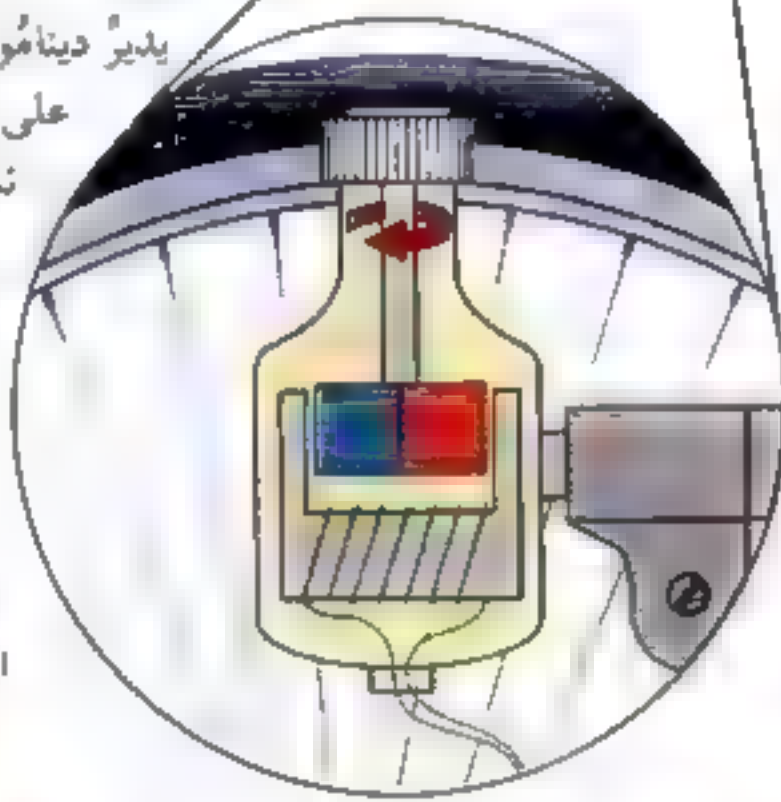
الكهرباء التي نستخدمها يوميًا تولدها مكنات قوية تُدعى مولدات؛ وهي تعمل بطريقة معاكسة لعمل المحركات - إذ تحول الحركة إلى كهرباء. يعتمد عمل المولدات على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي، الذي مفاده أن الكهرباء تتولد في موصل يتحرك عبر مجال مغناطيسي، أو عندما يتحرك مجال مغناطيسي أو تتغير شدته على مقربة من موصل. وتستخدم المولدات الكبيرة في محطات توليد القدرة لإنتاج الإمداد الرئيسي الذي يُوزع على المنازل والمصانع. وتدار المولدات بوسائل مختلفة

كالتربينات البخارية أو المائية أو الهوائية. أما المولدات الصغيرة المعروفة بالديناموات فتستخدم لتزويد مصابيح الدراجات بالقدرة.



## دينامو الدراجة

يدير دينامو الدراجة دولاب صغير مُضْرَس يُضَغَط على إطار عجلة الدراجة الخلفية. فعندما نتحرك الدراجة، تدور العجلة ويدور معها دولاب الدينامو المُضْرَس مُدَوِّمًا مغناطيسًا دائمًا قريب ملف ملفوف حول قلب حديدي. ويغير المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم، تتولد الكهرباء في أسلاك الملف أي إن التأثير الكهرومغناطيسي استحث فُصِيَّة في الملف

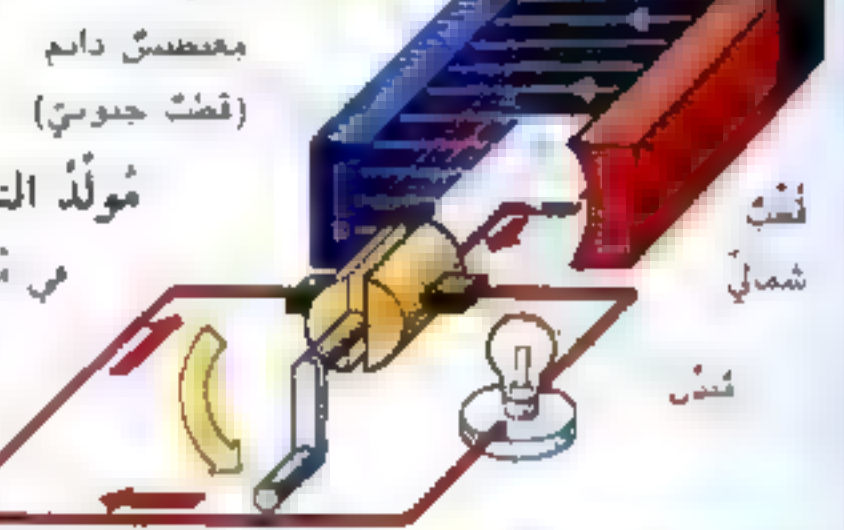


تُشير إبهام إلى  
اتجاه المجال  
المغناطيسي

تُشير الوسطى إلى اتجاه  
سريان التيار المُتولد.

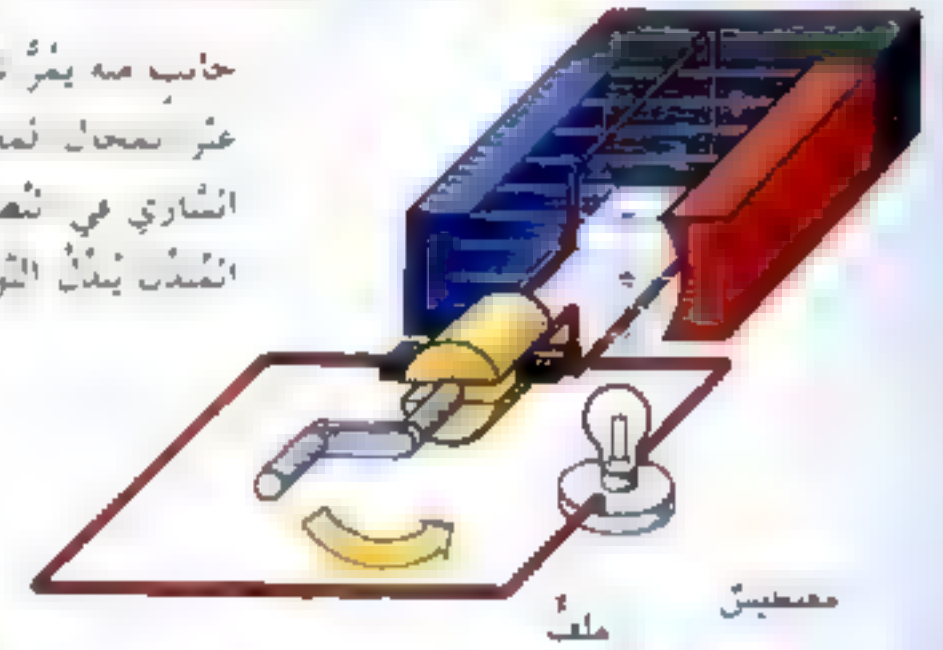
## قاعدة اليد اليمنى

يمكنك تحديد اتجاه سريان التيار المُتولد في موصل عندما تتحرك عبر مجال مغناطيسي بنفس قاعدة اليد اليمنى لعليج. وفي وضع التعاقد الثلاثي لأصبع اليد اليمنى كما هو مبين، تُشير إبهام إلى اتجاه الحركة، وإصبع إلى اتجاه المجال، والوسطى إلى اتجاه التيار المُتولد.



## مولد التيار المستمر

في مولد التيار المستمر هذا، تدار الملف بين قطبي مغناطيس دائم؛ فتتغير اتجاه التيار المُتولد في الملف كل نصف دورة، لأن كل حاسب منه يمر بمساوٍ ضغوظ ثم فوقها عبر مجال مغناطيسي وهكذا فإن التيار المتناوب في نفسه هو تيار مُستمر، لأن المُبدل يبدل التوصيلات كل نصف دورة



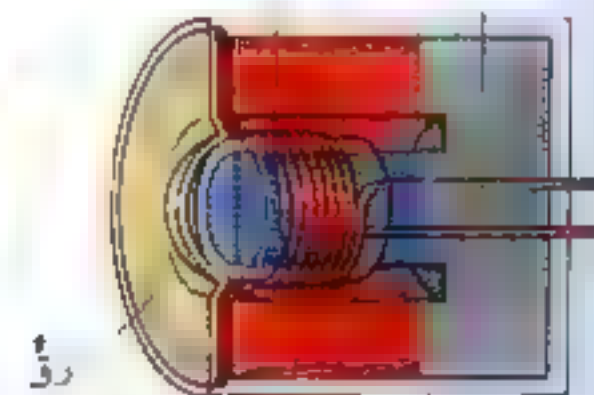
## المُتَوَب

المُتَوَب الذي نحس بيارًا مُتَوَدًا يُدعى المُتَوَب. في التمدوح انسد المغنيس، تدور ملف سنكي بين قطبي مغناطيس دائم؛ فتولد تيار في السلك نُحْمَل إلى المُصْلَة بواسطة مرحوي الكربون وتناوب التيار المتناوب في الملف والمُصْلَة (مُعَيَّرًا اتجاهه) بأسمرار، فتُسمى تيارًا مُتَوَدًا أو مُتَوَدًا



تولد التيار المُستمر في مصاب

يتولد التيار المتناوب في تموجات تشاري  
أولًا متناوب، ثم في الاتجاه المعاكس



## ميكروفون ذو ملف متحرك

يولد الميكروفون إشارة كهربائية من الأمواج الصوتية في الميكروفون ذي الملف المتحرك، تصدم الأمواج صوتية بوق فتتغير موضعًا بين قطبي مغناطيس دائم وهكذا فإن فُصِيَّة المُستَحَث في الملف تتغير شدة وترددًا بقا لشدة وتردد الأمواج الصوتية

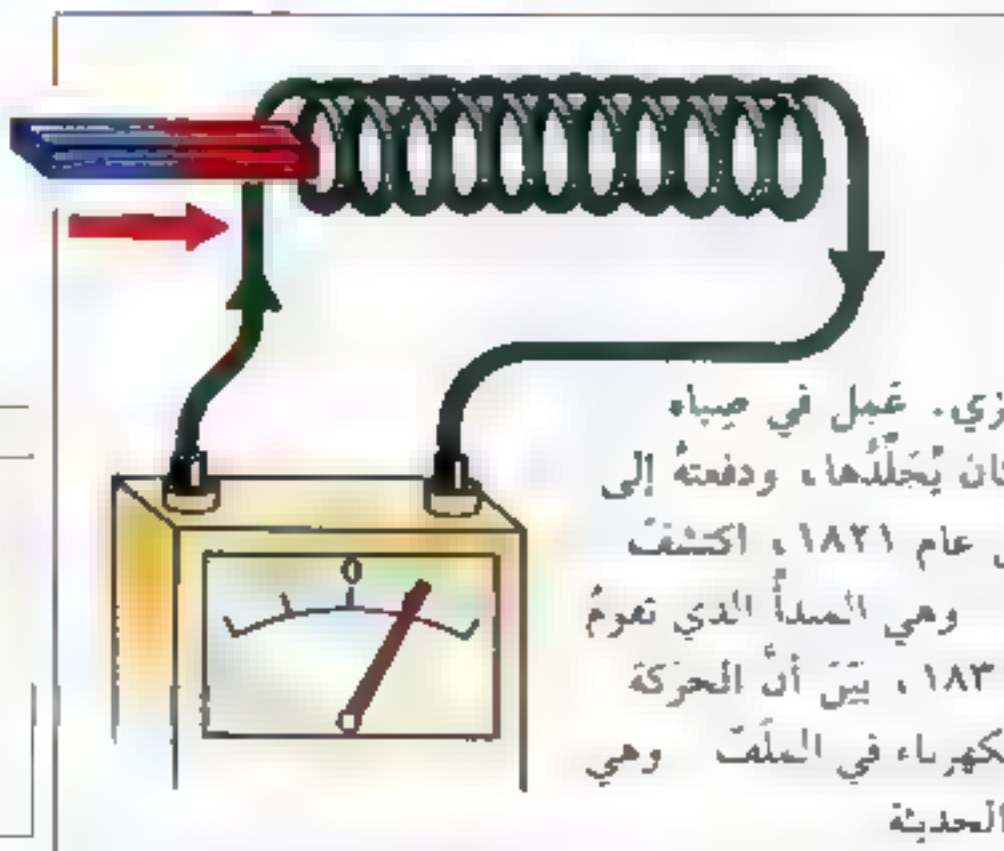
## مايكل فارادي

مايكل فارادي (1791-1867) ابن خلد إكليزي. عمل في صباه كمجلد كتب؛ فاستهوت الكتب العلمية التي كان يجلدها، ودفعته إلى دراسة الكهرباء فأجر فيها اكتشافات عدة في عام 1821، اكتشف فاردي إمكانية إنتاج حركة دورانية بالكهرباء وهي المبدأ الذي نعوم عليه المُحَرَكات الكهربائية اليوم. وفي عام 1831، بين أن الحركة الشبسة من مغناطيس وملف يمكنها أن تسحب الكهرباء في الملف وهي الفكرة التي أدت إلى إنتاج المولدات الكهربائية الحديثة



## لمزيد من المعلومات انظر

- ثقافة التوبة ص 136
- المُحَرَكات ص 143
- الكهرومغناطيسية ص 106
- أحداث الصوت وشدته ص 182
- الظيف الكهرومغناطيسي ص 192



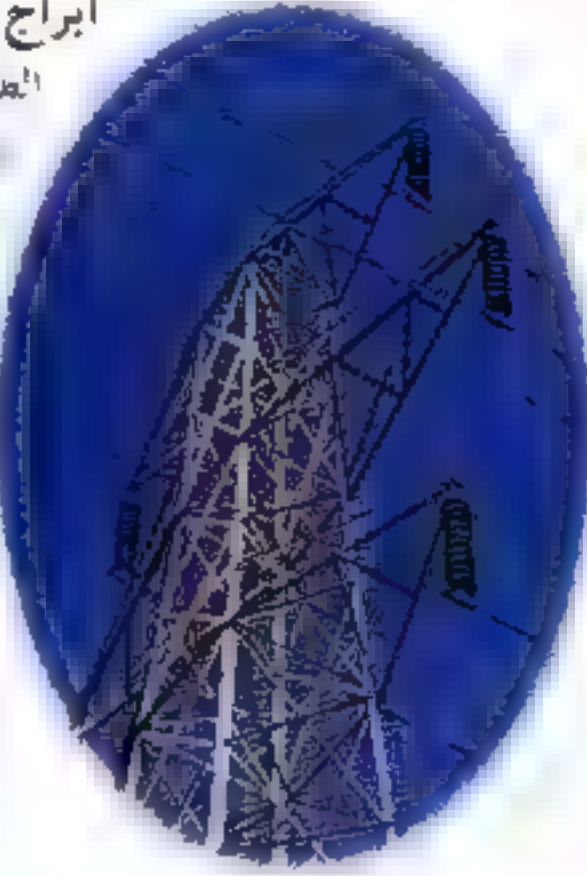


# الإمداد الكهربائي

## أبراج القدرة

الطريقة الأقل تكلفة لتوزيع الكهرباء هي تعبئتها من اعمدة نرجية وتعرن الكون عن محملها حيث لمع شروب لترا إلى الأبراج وفي لند بحري توزيع الكون على في اناب مصورة

نصاعات الثقيلة تُخفّض الفلطية من ١٣٢٠٠ فلت إلى ٢٢٠٠ فلت



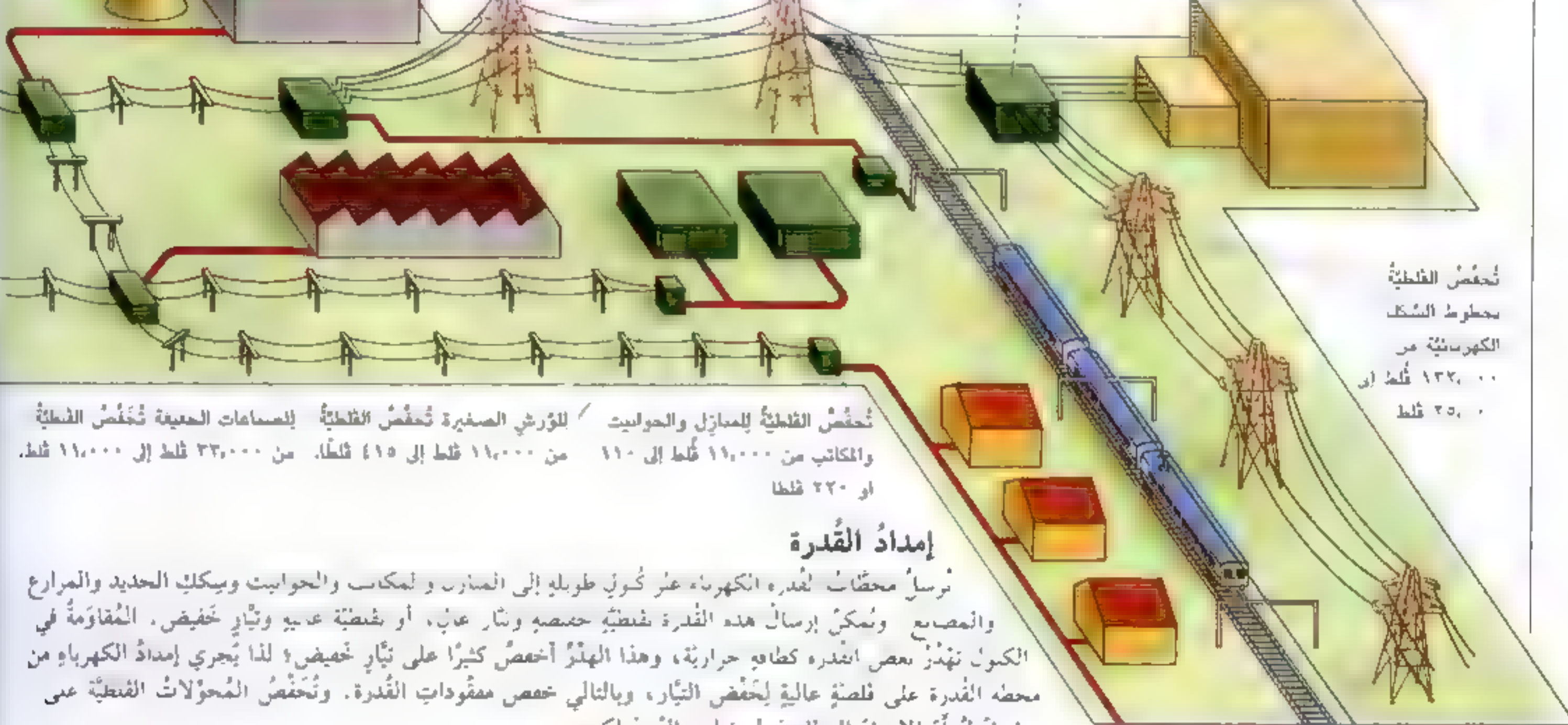
المقاييس الجدارية في البيت أو المكتب أو المصنع تزودنا بالكهرباء لأنها موصولة بشبكة الإمداد من محطات القدرة الكهربائية. في محطة القدرة تُدار التربينات بالقدرة البخارية أو المائية أو بقدرة الرياح. وهذه التربينات تُدير المولدات الكهربائية، مُحولة طاقة الحركة إلى طاقة كهربائية. معظم المولدات هي من نوع المُنوبات التي تُنتج تيارًا كهربائيًا مُتناوبًا. التيار المُتناوب أكثر ملاءمة لمختلف الاستعمالات من التيار المستمر لأنّ فُلطيته يمكن تغييرها بالمُحوّلات رَفَعًا أو خَفَضًا. وهكذا يُمكن إمداد المصانع والمكاتب والمنزل بفلطيات مُختلفة حسب الحاجة.

في محطة مصرية تُخفّض الفلطية من ٤٠٠٠٠٠ فلت إلى ١٣٢٠٠ فلت للتوزيع المحلي

تُقلّ شبكة التوزيع الإمداد بجهد ٤٠٠٠٠٠ فلت إلى سائر أنحاء البلاد

يُرفع مُحوّل الفلطية خروج المولد من ٢٢٠٠٠ فلت إلى ٤٠٠٠٠٠ فلت لتغذية شبكة الإمداد

في محطة القدرة يُدرّ تربين المولد الكهربائي بالقدرة البخارية. ويكون خرج الفلطية المُتناوبية لمولد ٢٢٠٠٠ فلت



تُخفّض الفلطية بخطوط الشكّل الكهربائي من ١٣٢٠٠٠ فلت إلى ٢٢٠٠ فلت

تُخفّض الفلطية للمنازل والحواسيب وللورشة الصغيرة تُخفّض الفلطية للصناعات الحفيدة تُخفّض الفلطية والمكاتب من ١١٠٠٠٠ فلت إلى ١١٠ فلت من ١١٠٠٠٠ فلت إلى ١١٥ فلت. من ٢٢٠٠٠ فلت إلى ١١٠٠٠ فلت. أو ٢٢٠ فلت

## إمداد القدرة

نُرسِلُ محطات القدرة الكهرباء عن كوني طويلة إلى المنازل والمكاتب والحواسيب وبيكك الحديد والمرار والمصانع. ونُمكن إرسال هذه القدرة بفلطية حصبه وشار عاب، أو بفلطية عديّة وتيار خفيض. المقاومة في الكون تَهْدُرُ بعض انقدره كطاقة حرارية، وهذا الهنر أخفص كثيرًا على تيار خفيض؛ لذا يُجرى إمداد الكهرباء من محطة القدرة على فلطية عالية لخفض التيار، وبالتالي خفض مفعودات القدرة. ونُخفّض المُحوّلات الفلطية على مراحل لتوفّر الإمداد المطلوب لمختلف المستهلكين.

فلت حديدي

الملف الاساسي

الملف لثاني

في مُحوّل رفع الفلطية، فلّت الملفّ الثانوي أكثر



الملف الثانوي الملف الأول

في مُحوّل خفص الفلطية، فلّت الملفّ الثانوي أقلّ منها في الملفّ الابتدائي



## المُحوّلات

نُوحث حصف انططبات المغناطيسية من الكون بالمُحوّلات إلى مُسبوبات الاستخدام في اليوم. سالف المُحوّل يُسبب من مقبّر سكتين مُتوقّض حول القلب الحديدي حصبه المغنطة المُسبوبة المُسلّطة على الملفّ لاسه ني في المُحوّل تولّد مجالًا مغنطيسيًا مُعبرًا في القلب الحديدي. وهذا يَنشِئُ فِلْطَةً مُساوية في الملفّ الثانوي

## نِقُولًا تِسْلَا

عام ١٨٨٧، سجّل المُخترع الأمريكي نِقُولًا تِسْلَا (١٨٥٦-١٩٤٣) براءة اختراع لمضومه توليد و توزيع لتيار المسبوت بوقف على مضومه زنبه السابن توماس اديسون لتوليد التيار المستمر وكان ليرخلان مُرشحين ليل حائرة بويل مشاركة بينهما عام ١٩١٢، لكن تِسْلَا رفض أن يكون له أبة علاقة بأديسون فلم تُسج الحائرة لأيّ منهما



## لمزيد من المعلومات انظر

- العمدات لوصفه ص ٣٨
- اشغّل ولطاقة ص ١٣٢
- مصدر الطاقة ص ١٣٤
- احلايا والقطرثات ص ١٥٠
- المُوندات ص ١٥٩
- حمايق ومعنوبات ص ٤١٠



# الكهرباء في البيت

## صَمَجَةُ النُّورِ الكهربائي

تُصَنَّمُ مُعْطَمُ الصَّمَجَاتِ الكهربائيَّةِ  
سِلْكًا رَقيقًا من التَّنَجْسْتِنِ يُدْعَى  
الْقَبِيلَةَ، مُرَكَّبًا دَاخِلَ بُصِيْلَةٍ رَجاوِيَّةٍ  
مُحْكَمَةِ الشَّدِّ. مَعْدَمًا يَسْرِي التِّيَّارُ فِيهَا  
تَتَوَهَّجُ الْقَبِيلَةُ لِدَرَجَةِ الْإِيصَاصِ. وَتَسْطَعُ  
بِالنُّورِ وَالْقَبِيلَةُ تَدُومُ طَوِيلًا دُونَ أَنْ  
تَحْتَرِقَ، لِأَنَّ الصَّمَجَةَ لَا تَحْوِي الْأَكْسِجِينَ  
(الْإِلَازِمَ لِلْحَتِّاقِ).



الَّذِينَ تُتَّحُّ لَهُمُ الْكهرباءُ بِكَبَسَةِ زَرْ أَوْ بِإِدَارَةِ مِقْلَادٍ (مِفْتَاحٍ) قَدْ يَتَنَاسَوْنَ مِقْدَارَ  
اعْتِمَادِ الْإِنْسَانِ الْمُعَاَصِرِ عَلَى الْكهرباءِ. فَالْإِمْدَادُ الكهربائي، الْآتِي مِنْ مَحْطَّةٍ  
قُدْرَةُ نَائِيَّةٍ، يُسِيرُ أُمُورَ بُيُوتِنَا؛ وَإِذَا مَا ظَرَأَ عُظْلٌ يَوْقِفُهُ، نَشْعُرُ كَمَ هِيَ الْحَيَاةُ  
صَعْبَةٌ بِدُونِهِ. فَالْعَدِيدُ مِنْ وَسَائِلِ الْعِيشِ وَأَجْهَازِ الْمَنْزِلِ يَتَعَطَّلُ - تَنْطَفِئُ  
الْأَنْوَارُ، فَتَنْتَمِسُّ الشُّمُوعُ؛ التَّلْفَازُ لَا يَعْمَلُ، فَتَلْجَأُ إِلَى رَادِيُو بَطَارِيَّةٍ لِتَسْمَعَ  
الْأَحْدَاثَ؛ وَالدَّقَايِطُ وَالبَرَادَاتُ وَالمَكِيفَاتُ وَالْعَسَالَاتُ وَالجَلَايِطُ  
وَالْمُحَقَّقَاتُ وَالْأَفْرَانُ الكهربائيَّةُ تَعْجُرُ عَنْ أَدَاءِ وَطَائِفِهَا؛ وَالْكُلُّ يَتَطَرَّوْنَ الْفَرَحَ  
بِعُودَةِ التِّيَّارِ الكهربائيِّ إِلَى الْبَيْتِ!

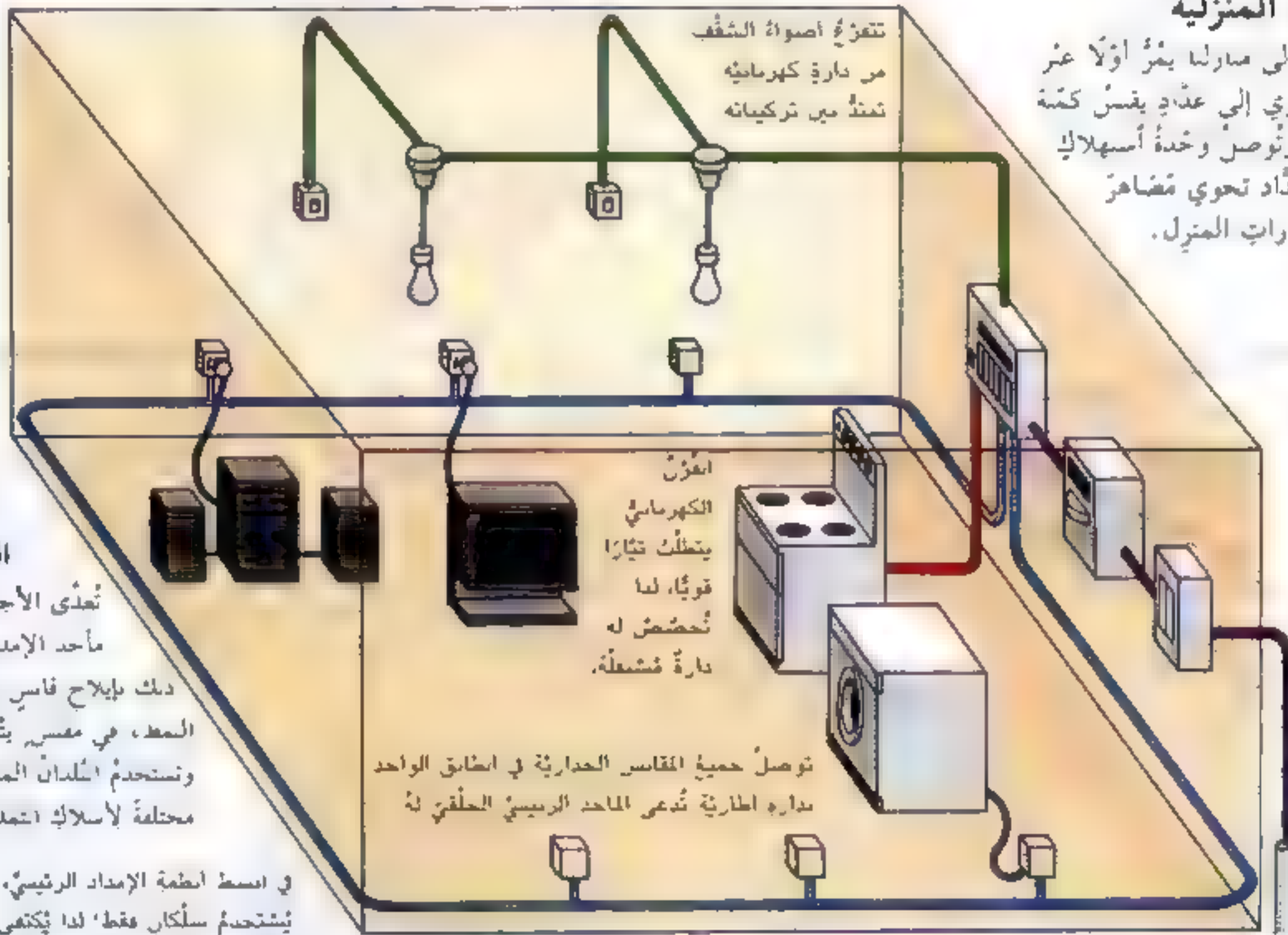
## الدَّارَاتُ الكهربائيَّةُ الْمَنْزِلِيَّةُ

لِإِمْدَادِ الْكهربائيِّ الْوَارِدُ إِلَى مَسَارِلِهِ يَمُرُّ أَوَّلًا عَنْ  
مَصْهَرٍ رَئِيسِيٍّ؛ وَمِنْهَا يَسْرِي إِلَى عِدَادٍ يَفَسِّرُ كَمِّيَّةَ  
الْكهرباءِ الَّتِي سَيَهْلِكُهَا وَتُوصَلُ وَحْدَةٌ أَسْهَلُهَا  
فِي الْجَانِبِ الْآخَرِ مِنَ الْعِدَادِ تَحْوِي مَصَاهِرَ  
(أَوْ قَوَاطِعَ دَارَاتٍ) تَقِي دَارَاتِ الْمَنْزِلِ.

تَحْوِي وَحْدَةُ الْاسْتِهْلَاكِ  
مَصَاهِرَ أَوْ قَوَاطِعَ دَارَاتٍ  
تُعْطِي الدَّارَاتِ الكهربائيَّةِ  
الْمَحْتَلَّةِ فِي الْبَيْتِ الْوَحْدَةَ  
الْمُصَنَّمَةَ لِاسْتِيعَابِ مَصَاهِرِ  
فَقَدْ تُدْعَى غَلِيَّةَ الْمَصَاهِرِ.

يَقْبَلُ الْعِدَادُ الْكهربائيُّ  
كَمِّيَّةَ الطَّاقَةِ الكهربائيَّةِ  
الْمُسْتَهْلَكَةِ

الْإِمْدَادُ الرَّئِيسِيُّ الْوَارِدُ  
بِقَابِلِيَّةٍ مَقْدَارُهَا ١١٠ أَوْ  
٢٢٠ قُلْتُ يَمُرُّ أَوَّلًا عَنْ  
مَصَاهِرَ قُوَّةِ الْإِحْتِمَالِ.



أَجْهَازٌ مَحْتَلَّةٌ  
تُعْطِي مِنَ الْمَقَاسِ  
الْجِدَارِيَّةِ.

## القَوَاسِ وَالْمَقَاسِ

تُعْطِي الْأَجْهَازُ الكهربائيَّةُ مِنْ  
مَآحِدِ الْإِمْدَادِ الكهربائيِّ. وَيَنْبَغِي  
دَلُّكَ بِإِيْلَاحِ قَاسٍ مِنَ الْأَجْهَازِ، مُتَوَفِّقٍ  
الْمَقَاسِ، فِي مَقَاسِهِ يَتَّصِلُ بِمَآحِدِ الْإِمْدَادِ  
وَيُسْتَعْمَلُ السُّلْدَانُ الْمَحْتَلَّةُ الْوَأَنَاءُ زَمْرِيَّةٌ  
مَحْتَلَّةٌ لِأَسْلَاحِ اسْتِمْدِيدَاتِ الْكهربائيَّةِ.

فِي أَسْطِ أَنْظِمَةِ الْإِمْدَادِ الرَّئِيسِيِّ،  
يُسْتَعْمَلُ سُلْكٌ فَقَطٌ لَدَا يَكْتَفِي  
بِالْقَوَاسِ دَاتِ الْمَشْمُورِينَ وَمَقَاسِهَا

فِي الْعَدِيدِ مِنْ أَنْظِمَةِ الْإِمْدَادِ الرَّئِيسِيِّ هُمَالِكُ سِلْكٌ ثَانِيٌّ  
يُدْعَى سِلْكُ التَّارِيضِ. وَيُوصَلُ هَذَا بِقَصِيصٍ شَعْدَنِيٍّ  
مُؤَرَّصٍ، لِصَعْلٍ أَدَمِ حَصُولِ صَدْمَةٍ كَهربائيَّةٍ يُمْكِنُ  
أَنْ تُحْدِثَهَا إِحْرَاءٌ مَكْشُوفَةٌ مُكْهَرَّةٌ فِي لُجْهَارٍ

بَعْضُ الْقَوَاسِ مُرَوِّدٌ بِمَصَاهِرِ. فَإِذَا رَادَ  
التِّيَّارُ السَّارِي فِي الْجَهَارِ عَنْ الْحَدِّ الْمَقْرَبِ،  
يَبْصُرُ مَصْهَرُ الْقَاسِ، وَيَسْلَمُ الْمَصْهَرُ (أَوْ  
عَاطِلُ الدَّارَةِ) الرَّئِيسِيَّ فِي وَحْدَةِ الْاسْتِهْلَاكِ،  
فَتَقْطَعُ الْقُدْرَةُ شَتَاخَةً فِي الْمَقَاسِ الْآخَرِ.

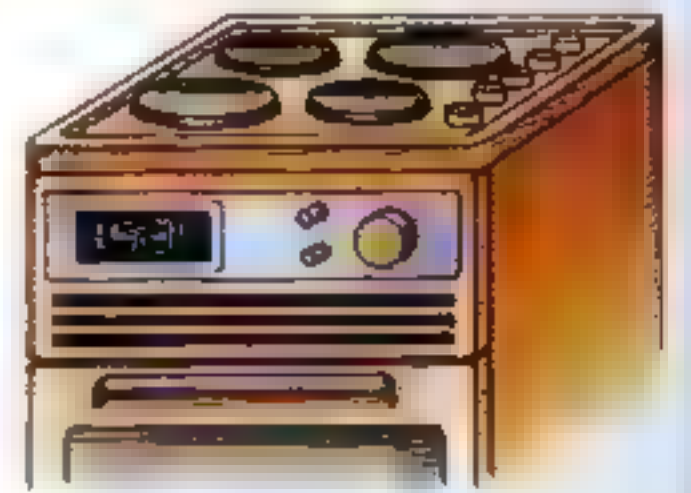
لَمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ
الشَّمْلُ وَالطَّاقَةُ ص ١٣٢
الْكهرباءُ الْبُيُوتِيَّةُ ص ١٤٨
اِحْتِلَايَا وَالْقُدْرَتَاتُ ص ١٥٠
الدَّارَاتُ الكهربائيَّةُ ص ١٥٢
مَصَادِيرُ الضَّوْءِ ص ١٩٣
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٠

يَبْصُرُ هَذَا السِّلْكُ  
مَقْطَعُ الدَّارَةِ الكهربائيَّةِ

الْمَصْهَرُ سِلْكٌ، دَاجِلٌ غَلَابِ عَارِلٍ، يُوْنَفُ الْحَلْفَةُ  
الْأَضْعَفُ فِي الدَّارَةِ الكهربائيَّةِ. وَهُوَ يَبْصُرُ أَوْ يَحْتَرِقُ  
بِمَاكِ عِنْدَ الْارْتِفَاعِ الْمَقْرَبِ لِلتِّيَّارِ وَالْمَصَاهِرُ مُتَوَاقِرَةٌ  
بِقِيَاسَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ لِاحْتِمَالِ تِيَّارَاتٍ مُخْتَلِفَةِ الشَّدَّةِ.

## وَقَايَةُ الدَّارَةِ الكهربائيَّةِ

عَدَ تَنْسَبَتْ الْكهرباءُ غَرَضًا بِالْحَرَاثِقِ لِفَرْطِ إِحْمَاءِ أَحَدِ  
الْأَسْلَاحِ حَتَّى دَرَجَةِ الْإِحْجَارِ. وَيَحْدُثُ هَذَا غَالِبًا بِسَبَبِ  
عُظْلٍ يُعْصِرُ الدَّارَةَ وَبِحَاوُزِ التِّيَّارِ التَّارِي الْحَدِّ الْمَسْمُوحِ بِهِ  
وَلَمَنْعِ خَدُوثِ دَلَّتِ نَوْفَى الدَّارَاتِ الْمَنْزِلِيَّةِ بِالْمَصَاهِرِ أَوْ  
الْقَوَاسِ الَّتِي تَقْطَعُ التِّيَّارَ إِذَا مَا بَلَغَ شَدَّتُهُ حَدَّ الْخَطَرِ



## الْقُدْرَةُ وَالطَّاقَةُ

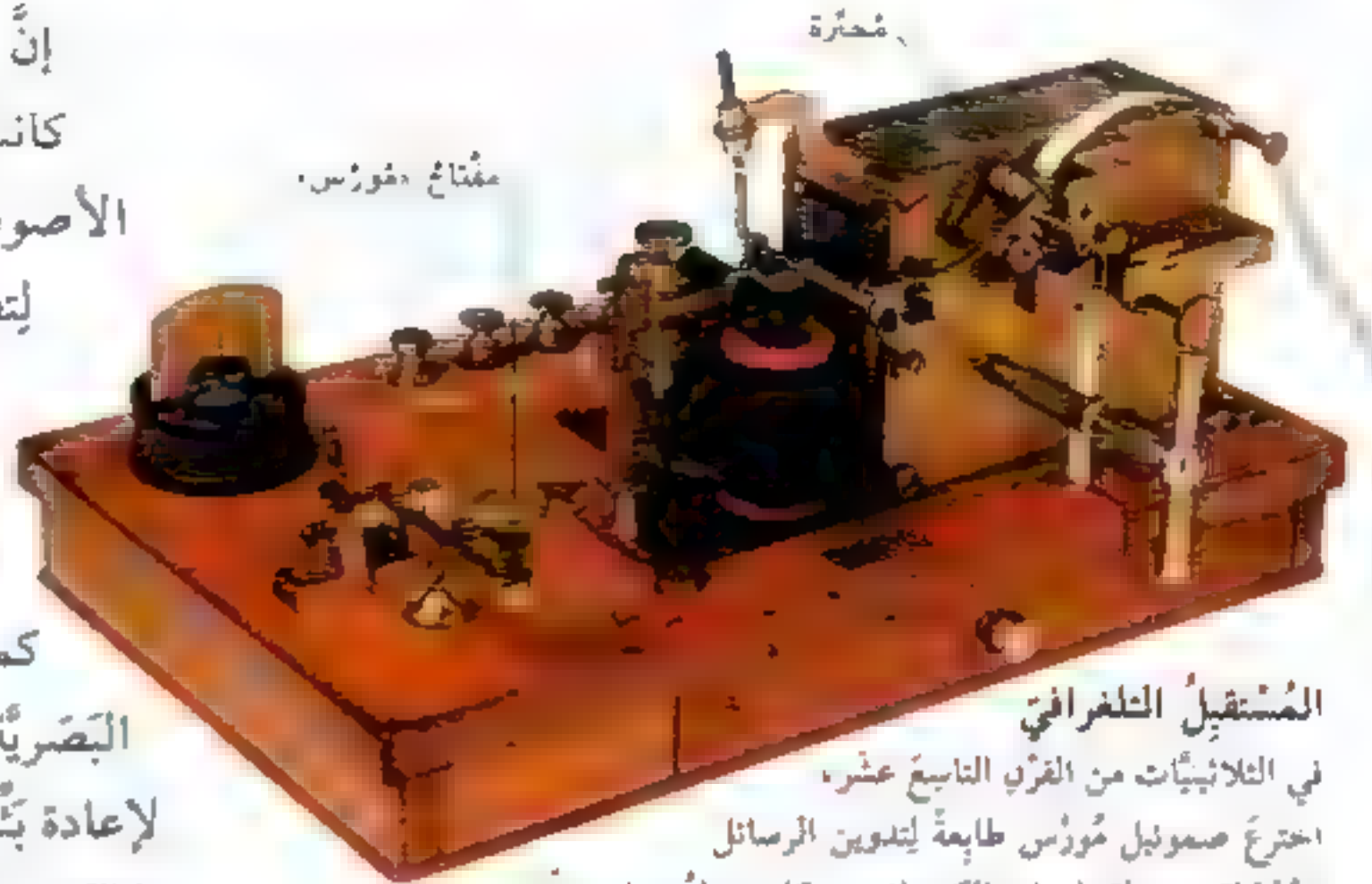
الْقُدْرَةُ، أَيُّ مُعْدَلِ اسْتِخْدَامِ الطَّاقَةِ، تُقَاسُ  
بِوِطِّاتٍ مُعْدَمَةٍ تَسْرِي الْكهرباءُ فِي مُقَدِّمٍ. يُمَكِّنُ  
اِحْتِسَابَ الْقُدْرَةِ مَصْرُوبُ الْقَابِلِيَّةِ فِي شِدَّةِ التِّيَّارِ  
فَإِذَا كَانَتْ شِدَّةُ التِّيَّارِ ٤ أَمْبِيرٍ فِي دَارَةٍ مَوْفِدَةٍ يَعْمَلُ  
عَلَى قَابِلِيَّةِ ٢٢٠ قُلْتُ، تَكُونُ الْقُدْرَةُ ٨٨٠ وَاطِّ  
أَوْ مُجْمَلُ الطَّاقَةِ الْمُسْتَهْلَكَةِ، فَهُوَ حَاصِلُ خَرْبٍ  
الْقُدْرَةِ فِي زَمَنِ تَشْغِيلِ الْمَوْفِدِ. فَبِئْسَ مَدَّةُ سَاعَتَيْنِ  
مَثَلًا، يَسْتَهْلِكُ الْمَوْفِدُ ٨٨٠ × ٢ = ١٧٦٠ وَاطِّ  
سَاعَةً، أَوْ ١,٧٦ كيلوواط سَاعَةً.

عَاطِلُ الدَّارَةِ مِقْلَادٌ كَهربائيٌّ  
يَقْطَعُ التِّيَّارَ عِنْدَمَا تَتَجَاوَزُ  
شِدَّتُهُ الْحَدَّ الْمَسْمُوحَ بِهِ.



## الاتصالات البُعادية

إنَّ أعجوبة التَّكَلُّمِ معَ شَخْصٍ يَبْعُدُ عَنْكَ أَلُوفَ الكِيلُومِترَاتِ مَا كَانَتْ تَحَقُّقُ بِدُونِ الكَهْرِبَاءِ. فَالْأَجْهَزةُ الإِلِكْتَرُونِيَّةُ تَحَوِّلُ الأصْوَاطِ وَالصُّوَرِ إِلَى كَهْرِبَاءٍ تَقْطَعُ الْمَسَافَاتِ الطَّوِيلَةَ بِسُرْعَةِ الْبَرْقِ لِتَصِلَ إِلَى مَكَانٍ آخَرَ حَيْثُ يُعَادُ تَحْوِيلُهَا إِلَى أصْوَاطٍ وَصُورٍ بِوَسْطَةِ مُعَدَّاتٍ أُخْرَى كَهْرِبَائِيَّةٍ التَّشْغِيلِ. وَتَنْتَقِلُ يَوْمِيًا كَمِّيَّاتٌ ضَخْمَةٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ ذَهَابًا وَإِيَابًا عَبْرَ الْخُطُوطِ التَّلْفُونِيَّةِ كَرِسَائِلَ نَاسُوحِيَّةٍ (بِالْفَاكْسِ) أَوْ كَمَكَالِمَاتٍ هَاتِفِيَّةٍ. كَمَا يُمَكِّنُ إِرسَالُ الْمَعْلُومَاتِ أَيْضًا كَضَوْءٍ فِي كَبُولٍ مِنَ الْأَلْيَافِ الْبَصَرِيَّةِ، أَوْ كَأَمْوَاجٍ رَاديويَّةٍ إِلَى سَائِلِ مُوَاصِلَاتٍ فِي أَعَالِي الْفَضَاءِ لِإِعَادَةِ بَثِّهَا إِلَى طَبَقٍ مُسْتَقْبِلٍ. هَذَا وَيُمْكِنُ تَوَاصُلُ الْحَوَاسِبِ وَالْمَكِينَاتِ الإِلِكْتَرُونِيَّةِ عَمْرَ خُطُوطِ التَّلْفُونِ. إِنَّ جَمِيعَ أَنْوَاعِ الْاتِّصَالَاتِ هَذِهِ يَلْزِمُهَا عِنَاصِرٌ ثَلَاثَةٌ: مُرْسِلٌ لِإِرسَالِ الْمَعْلُومَاتِ، وَوَسِيطٌ يَحْمِلُ الْإِشَارَاتِ، وَمُسْتَقْبِلٌ يَحَوِّلُ الْإِشَارَاتِ ثَانِيَةً إِلَى شَكْلِ يُمْكِنُ فَهْمُهُ.



### المُسْتَقْبِلُ التَّلْغَرَاْفِي

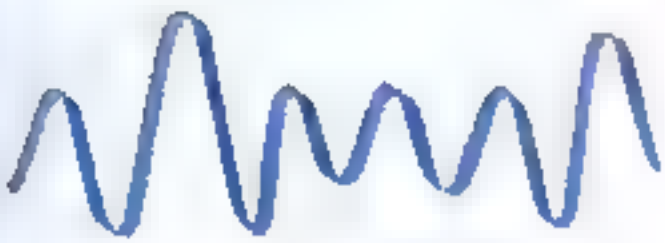
فِي الثَّلَاثِيَّاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْتَّاسِعِ عَشَرَ، اخْتَرَعَ صَمُودِيل مُورْس طَاطِعَةً لِتَدْوِينِ الرِّسَالَتِ الْفَرَسَلَةِ بِوَسْطَةِ تَلْغَرَاْفِيهِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ. وَكَانَ جِمَادُهُمْ شَرِيعَةً مِنْ دَوْرَقِ الْعَادِيَّةِ تَتَحَرَّكُ سَطْرٌ عَمْرَ الْمَكِينَةِ لِتُسَجِّلَ عَلَيْهَا شَفْرَةُ مُورْسِ، نَمُونَةٌ مِنْ نَقِيطٍ وَشَرِيطَةٍ. عِنْدَ كُلِّ نَبْضٍ مِنْ بَهْضَاتِ الْبَتَّارِ الْمُسْتَقْبِلِ بِوَسْطَةِ دَوَلَابٍ مُحَرِّرٍ يُحَرِّكُ وَيُطْعِمُ كَهْرِبِيَّةً. وَكَانَ الْعَاطِلُونَ يَسْتَعْمِدُونَ مِفْتَاحَ مُورْسِ لِإِرسَالِ الْإِشَارَاتِ، فَكِدَانُ ضَعْفِ الْمِفْتَاحِ فِي مَحْطَةِ الْإِرسَالِ أَدِيًّا بِشَرِيَانٍ لَشَرْقٍ لِتَشْعِيلِ الدَّوَلَابِ الْمُخْبِرِ (أَوْ الدَّرَاقِ التَّكَاكُ) فِي مَحْطَةِ الْاسْتِقْبَالِ لِنَقْلِ الرِّسَالَتِ أ



مُرْسِلُ شَفْرَةِ مُورْسِ كَمَجْمُوعَةٍ مِنَ الْنُقْطِ وَالشَّرِيطِ الْمَفْصَلَةِ الَّتِي تَمَثِّلُ الْأَعْدَادَ وَالْحُرُوفَ الْهَاتِفِيَّةَ، هَذَا تَمَّ طَبَقُ الْعَدَدَيْنِ ٤ وَ ٢.

مُفَصَّلَاتٌ وَثَلَاثُ شَرِيطِ تَمَثِّلُ الْعَدَدَ ٢

أَرْبَعُ نَقِيطٍ وَشَرِيطَةٌ تَمَثِّلُ الْعَدَدَ ٤



تَتَغَيَّرُ سَعَةُ (شِدَّةُ) إِشَارَةِ الصَّوْتِ التَّلْفُونِيَّةِ وَتَرْدُودُهَا، عَدَدُ الْأَمْوَاجِ الْمُتَعَدَّةِ فِي الثَّانِيَةِ) يَسْتَوَاقُ مَعَ صَوْتِ الْمُتَكَلِّمِ

### جِهَازُ التَّلْفُونِ

عِنْدَمَا نَذِيرُ فَرْصِ التَّلْفُونِ أَوْ نَضَعُ أَزْوَاجَهُ، تُرْسَلُ سَلْسَلَةٌ مِنَ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرِبِيَّةِ إِلَى أَجْهَرَةٍ أَوْنُومَانَةٍ تَوْصَلُ بِالْحِطِّ الْعُضَادِي فَيُفَرِّغُ حَرَسُ التَّلْفُونِ فِي الْغُرْفِ الْآخَرِ. وَعِنْدَمَا تَتَكَلَّمُ، يَحَوِّلُ مِيكْرُوفُونُ الْإِرسَالِ فِي هَاتِفِكَ أَمْوَاجَ الصَّوْتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرِبِيَّةٍ تُرْسَلُ إِلَى مُسْتَقْبِلِ الْهَاتِفِ الْمُتَآدِي عَلَى الْغُرْفِ الْآخَرَ مِنَ الْحِطِّ وَالْمُسْتَقْبِلُ هُوَ يَعْزُذُ نَحْوِيلِ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرِبِيَّةِ إِلَى أَمْوَاجٍ صَوْتِيَّةٍ

مُعْطِيَتٌ كَهْرِبِيَّةٌ رَقِي

### المُسْتَقْبِلُ التَّلْفُونِي

يَحَوِّلُ الْمُسْتَقْبِلُ التَّلْفُونِي الْإِشَارَاتِ الْكَهْرِبِيَّةَ الْوَارِدَةَ إِلَى أصْوَاطٍ تَمَثِّلُ الْإِشَارَةَ عَمْرَ مَعْطِيَتِ كَهْرِبِيَّةٍ فِيهِ يَحْدِثُ قَرَصٌ حَدِيدِيٌّ يُسَمَّى رَقِيٍّ وَمَعَ تَغْيِيرِ شِدَّةِ الْإِشَارَةِ، يَتَغَيَّرُ حَدُّ الْمَعْطِيَتِ بِرَقِيٍّ مَهْرًا، وَتَتَغَيَّرُ لَاهْتِرَاتُ عَمْرَ الْهَوَاءِ كَأَمْوَاجٍ صَوْتِيَّةٍ سَمِعُهَا كَلَامًا وَاصِحًا

### الإِذَالَةُ

لِلْإِشَارَاتِ لِمُدَالَةٍ هِيَ بَهْضَاتٌ كَهْرِبِيَّةٌ بَسِيطَةٌ أَوْ مُزِيغٌ مِنَ التَّعْمَاتِ، وَالْأَجْهَرَةُ الْإِلِكْتَرُونِيَّةُ فِي مَقْصِدِ التَّيَادُلِ (الْإِسْتِرَالِ) تَعْدُ الْبَهْضَاتِ أَوْ تَتَغَيَّرُ التَّعْمَاتِ تَصَلُّكٌ بِالْحِطِّ الْهَاتِفِيِّ الْمَطْلُوبِ.

رَقِي

خَشِيَاةٌ  
كَزُونِيَّةٌ



كُلَّمَا نَذِيرُ رَقْمًا تَعْمَلُ الْمَفَاتِيحُ الْمَدَالَةُ مُورَسًا عَمْرَ إِرسَالِ التَّصَنُّاتِ إِلَى مَقْصِدِ التَّيَادُلِ.



بَعْضُ أَجْهَرَةِ التَّلْفُونِ ذَاتِ الْإِرَارِ الْأَنْصَعِطِيَّةِ تُرْسَلُ مَرِيخًا مِنَ التَّعْمَاتِ الْمُمَيَّزَةِ لِكُلِّ رَقْمٍ وَتُمْكِنُكَ سَمَاعُهَا عِنْدَ ضَغْطِ كُلِّ رَقْمٍ عَلَى جَدَةِ.

### مِيكْرُوفُونُ الْهَاتِفِ

كَثِيرٌ مِنَ أَجْهَرَةِ التَّلْفُونِ يَحْوِي مِيكْرُوفُونًا كَرْبُونِيًّا (يُدْعَى أَيْضًا الْمُرْسِلِ) يَحَوِّلُ أَمْوَاجَ الصَّوْتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرِبِيَّةٍ. وَتَوْجَدُ دَاجِلُ الْمُرْسِلِ كَنْسُونَةً يَحْوِي خَبِيَّةً كَرْبُونِيَّةً. هَعِنْدَمَا تَتَكَلَّمُ، يَهْتَزُّ رَقِيٌّ لَدَائِقِيٌّ يَفْعَلُ الْأَمْوَاجَ الصَّوْتِيَّةَ، فَيَدْفَعُ تِلْكَ الْخَشَبَاتِ بَعْضَهَا بِحَوِ مَعْصِ فَسَحْطُ مَقْدُونَةٍ وَهَكَذَا يَتَغَيَّرُ ائْتِشَارُ ائْتِرِي عَمْرَهَا بِالسَّطْحِ نَفْسِهِ الِذِي تَحْدِثُ فِيهِ تَغْيِيرَاتُ الصَّوْتِ الْمُسَبَّبَةُ لِمِلْكَ الْاِخْتِرَارِ وَهَذَا ائْتِشَارُ الْمَتَغَيَّرِ يَحْوِيلُ الْإِشَارَاتِ الصَّوْتِيَّةَ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ فِي الْجِهَازِ التَّلْفُونِيِّ الْآخَرَ.

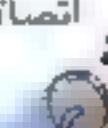


## شبكة الاتصالات

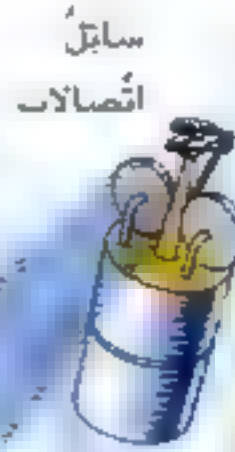
عندما تُجرى مُكاملةٌ تلقوئية، تُسري بُصاُتُ الإداالة هي الأسلاك إلى مركز التبادل (المُقسِم) المحلي، حيثُ تُمَيَّرُ أجهزته الإلكترونية شفرة تلك البُصاُت. فإذا كانت مُكالمَتُك محلَّةً يتولَّى توصيلها مركزُ التبادل المحلي؛ أمّا إذا كانت إلى مِنطَقةٍ أخرى، فإنّها تُحوَّلُ إلى مركز تبادل تلك المِنطَقة، حيثُ تتولَّى أجهزته توصيلك بالرقم المطلوب. أمّا المُكالماتُ الدوليّة فتُرسلُ إلى مراكز التبادل الدوليّة. وتولّف مُختلفُ منظومات الاتصال هذه شبكةَ الاتّصالات.

## السُّوَاتِلُ (الأقمار الصناعية)

سابق  
اتصالات



المكالمات المُرْسَلَةُ عن طريق  
سَوَاتِلِ الْاِتِّصَالَاتِ، فِي  
مَدَارَاتِهَا خَوَّلَ الْأَرْضَ،  
تُرْسُلُ بِالرَّادِيُو مِنْ هَوَائِثِ  
مُفْعَرَةٍ صَحِيحَةٍ عَنِ  
الْأَرْضِ بِعَوْمِ السَّيْلِ، الَّتِي  
يَعْمَلُ بِالْحَلَالَةِ الشَّمْسِيَّةِ، بِإِعَادَةِ  
بِتَ نَظْمِ الْإِشَارَاتِ إِلَى هَوَائِي تَابِ  
فِي خَزَائِنِ أَحَدٍ مِنَ الْعَالَمِ



هَلْ لَاحِظْتَ تَاجِرًا طَافِقًا وَأَنْتَ تَكَلِّمُ  
هَاتِفًا شَحْصًا فِي مَا وَرَاءَ الْحَارِ  
فَدِ يَكُونُ سَبَبُ ذَلِكَ أَنَّ مَكَانَكَ  
نَجْرِي عَنِ طَرِيقِ سَانِلِ عَصَانِي.  
الْإِشَارَاتُ الرَّابِعِيَّةُ تَأْخُذُ مَعْصِدُ  
الْوَقْتُ لِحَقْنِ الْمَسَافَةِ بَيْنَ الْأَرْضِ  
وَالسَّائِلِ دِهَانًا وَابَاتَا

الْكَسْنَدِرُ غَرَاهَامُ بِلْ

الإكسندر غراهام بيل (١٨٤٧-١٩٢٢) معلّم  
ومُخترع أمريكيّ أسكتلنديّ الموليد، اخترع  
التلفون عام ١٨٧٦. إهتم بيل، كوالده، بتعليم  
الصمّ منذ صباه، ودرس أصوات الأصوات من  
الأحجام المُهرجة فعلم الصمّ الكلام بجهار  
الاهتزازات المرئية. ثم اخترع شكلاً من  
التلفراب الكهربائي، تَكمّل به من إرسال  
لإشارات كَعماتٍ موسيقيّة  
تُحدثها أرياشٌ قصيّة  
مُهتزة وفادئة هذه  
الفكرة إلى استساظ  
طريقة لإرسال واستقبال  
تَرَدّات الأصوات  
البشريّة، فكان التلفون!



تُوصَلُ أَسْلَافُ جِهَارَتِ التَّلْفُونِي فِي  
الْبَيْتِ، كَسَائِرِ الْأَسْلَافِ التَّلْفُونِيَّةِ  
مِنْ مَارِلِ أَهْرِي، بِمَرْكَبِ  
التَّيْلِ الْمَحْلِيِّ.

## مَحَطَّاتُ السَّوَاتِلِ

تحتوي محطة الساتل للاتصالات العادية هوائي مُعزَّز، كاسط،  
مُوجَّهًا نحو الساتل. والأجهزة الإلكترونية الموصولة بالهوائي  
تُستخدَم للإشارات المرسلة منه والمستقبله. وبه يُوصَّلُ مثل  
هذه المحطات بمراكز التبادل الطوبولوجي المحلية.

يُطَوَّرُ إِنْشَاءً وَاسْتِقْبَالاً إِلَى وَمِنْ  
مَسَائِلِ الْإِتِّصَالَاتِ

## مراكز التبادل

مراكز اساذل في المناطق المحتشد تصيل بعضها ببعض  
بواسطة الكور، أو شبكات الامواج الضوئية، أو  
معلومات اسواتل وشبكات الاتصالات هذه تمكن  
الناس في منطقة من الاتصال بالآخرين في مناطق أخرى.

الهوائيات المرسنة والمستقبلات للامواج الصغرية تُقام على  
امواج او اسية عالية، وتُسامت بعداية بعضها مع بعض

## شَبَكَاتُ الْأَمْوَاحِ الصُّفْرِيَّةِ

نستخدم شكاية الأمواج الضوئية أمواجاً راديوية (تدعى أمواجاً ضوئية) لحمل الإشارات الترميزية وعبرها ونسري هذه الأمواج في حقل مستقيم من هوائي مُغزَّز مُرْسِلٍ إلى هوائي مُستَقبِل مُستَقبِلٍ

التَّاسُوخُ (الفاكس)

تستخدم مكثف النشوح الشبكة التلفزيونية  
لإرسال المادة المكتوبة أو المطبوعة المكتبة  
المرسلة تحول صور الوثيقة إلى شفيرة من  
الإشارات الكهربائية وترسلها عبر خط التلفون وتستخدم  
المكثفة المستقبلية تلك الإشارات لامتصاص الوثيقة الأصلية

## الهواتف النقولة

يستطيع مُستغلو السَّيَّارات التَّكَلُّمَ مَعْهُمْ مَعَ بَعْضِ  
مُستَخدمين أَهْرَءَ لُغَوِيَّةٍ نَقَّالَةِ دَابِ مُرَيَّلَاتِ  
وَمُستَملاتِ رَاديويَّةٍ مُثَبَّتَةٍ. المُرْسَلُ الحَقِيقِيُّ  
القُدْرَةُ فِي جِهَارِ التَّلْفُونِ يُوصِلُ المَكَالِمَةَ إِلَى  
مُعَدَّاتِ اسْتِقبَالِي دَائِمَةٍ، مُقَامِهِ فِي المِطْطَفَةِ نَدْعَى  
خَلِيَّةً. وَمِنْ هَاكَ تُوصَلُ المَكَالِمَةُ بِالشَّبَكَةِ التَّلْفُونِيَّةِ.  
وَيَقُومُ مُرْسَلٌ مَحَلِّيٌّ بِإِرْسَالِ الإِشَارَاتِ الوَارِدَةِ إِلَى  
مُسْتَقْبَلِ رَاديويٍّ فِي جِهَازِ التَّلْفُونِ. وَتَدْعَى هَذِهِ  
الْمُظْمُومَةُ بِكَامِلِهَا شَبَكَةَ خَلِيَّةٍ.

مرکز مسائل دولتی


مركز تبادل للاتصالات  
الحيوية

21

قُرَيْشِيٌّ عَجَلِيٌّ

طريق ريسال  
وأستقبال

هذا الطنق يستقبل الأمواج  
الراديوية من الساتل ويُرسل  
المعلومات إلى مركز  
استقبال



رُكُزُ تَبَانُلِي  
دُولِي

عزکرم نماز

مكتبة الباسوخ  
(الفاكس) تُرسلُ  
وتستقبلُ الرسائل  
والوثائق الأخرى.

مركز اتصالات  
الأمواج  
الصخرية

يُوصَلُ مَرَكِزُ  
التَّضَامِ الْمَحَلِّي  
الْمُكَاتِلَاتِ اِلْحَتِيَّةِ،  
وَيُوجِّهُ الْمُكَاتِلَاتِ  
الْأُخْرَى إِلَى مَرَاكِزِ  
تَبَاذُلِ أُخْرَى

المزيد من المعلومات انظر

## الحلایا والبطاریات ص ۱۵۰

المختصين ص ۱۷۳

الصَّوْتُ وَالضُّوءُ ١٧٧

الانیکسار ص ۱۹۶

السَّوَايِل (الأقمار الصناعية) ص ٣١٠

حقائق ومعلومات ص ٤١٠



الطول الموجي أطول من الترددات  
الحفصة؛ ويمكن قياسه بالمتر  
من دوتين موجتين.

## الراديو

موج هائلة التردد، الطول من  
١٠ سم إلى متر، التردد من  
٣٠٠٠ إلى ٣٠٠ ميجاهرتز

أمواج عالية التردد، الطول من  
١ إلى ١٠ أمتار، التردد من  
٣٠٠ إلى ٣٠ ميجاهرتز

أمواج قصيرة الطول ١ إلى  
٢ متر، التردد ٢٠ إلى ٣٠ ميجاهرتز

أمواج متوسطة من ٢٠٠ إلى ١٠٠٠ متر  
التردد ٣ ميجاهرتز إلى ٣٠٠ كيلوهرتز

موج طويلة من ١ إلى ١٠ آلاف  
متر، التردد ٣٠٠ إلى ٣٠ كيلوهرتز

### غوليلمو ماركوني

كان المهندس الإيطالي غوليلمو ماركوني (١٨٧٤-١٩٣٧) أول من استخدم الأمواج الراديوية في  
منطوق عمية لإرسال الإشارات في العام  
١٨٩٦، سخل ماركوني براءة

أخترع نظام تلغراف في يرسل  
الإشارات عبر الهواء  
كثافات من الأمواج  
الراديوية ولم يكن  
هالك أسلاك بين الأجهزة  
المرسلة والمستقبلة،  
عرفت هذه التقنية  
بالتلغرافية اللاسلكية



عندما تستمع إلى الراديو، يلتقط جهازك المحطة المختارة من بين ألوف المحطات  
الإذاعية التي تصله. تنتقل الإشارات الراديوية كأمواج غير مرئية عبر الهواء أو  
عبر مواد أخرى أو في الفراغ بسرعة تعادل سرعة الضوء (٣٠٠ ألف كيلومتر في  
الثانية في الفراغ). تستخدم الأمواج الراديوية بصورة رئيسية في حمل الأصوات  
والصور للبث الإذاعي أو للاتصالات الخاصة. فالأخبار التي كانت تستغرق  
أسهرا لتبلغ الأماكن النائية في العالم، تنتقل اليوم بأقل من ثانية بواسطة الأمواج  
الراديوية المترددة من سوايل الاتصالات في الفضاء. تتولد الأمواج الراديوية  
بواسطة دائرة تحمل تيارا سريع الذبذبة؛ ويجري بثها الأفضل من  
هوائيات إرسال مقامة على أماكن عالية أو على التلال.

تنطلق الموجة الحاملة  
سعة وتردد ثابتين.

تتغير الإشارة الصوتية  
سعة وترددا

إشارة راديوية مضممة أشعة ليد تغترب شدة الموجة الحاملة  
(مضممة) كما يتغير من تغيرات حجمها.

إشارة راديوية (إف إم). هنا تغير (مضممة)  
تردد الأمواج الراديوية.

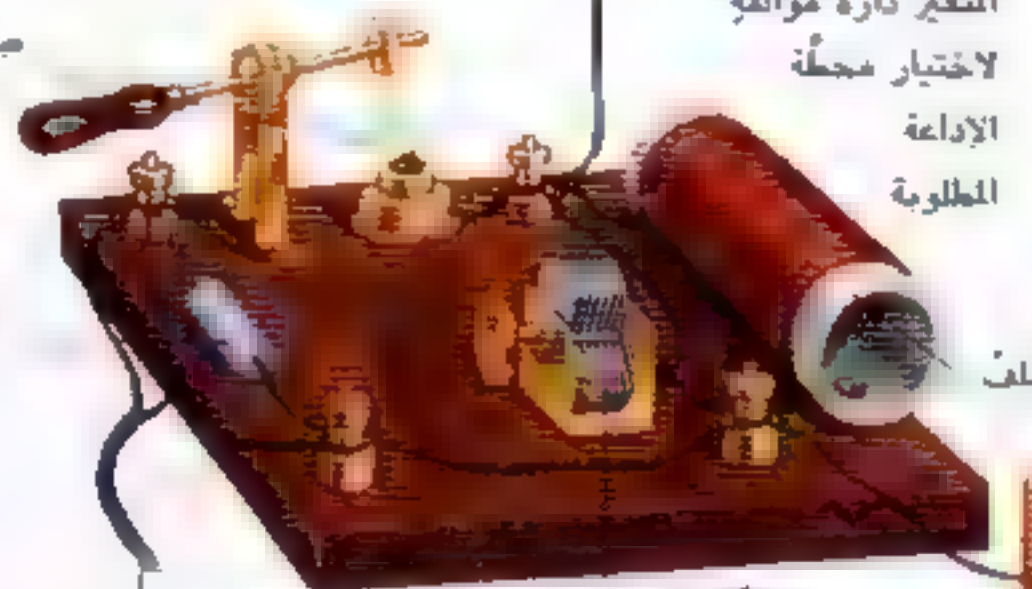
يحول الهوائي المتلقي جميع الأمواج  
الراديوية المستقبلة إلى إشارات كهربائية

يؤلف الملف والمكثف  
المتغير دائرة خالعة  
لاختيار محطة  
الإذاعة  
المطلوبة

صمام ثنائي  
(دايود)  
بلوري

مكثف

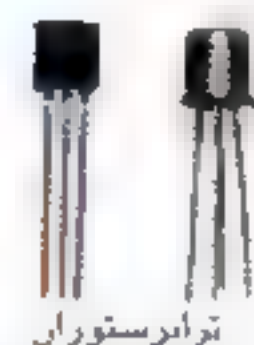
أنتشعيل شتاعة  
الأذن الإشارة  
الصوتية



### التضمين

التضمين هو تحميل الأمواج  
الراديوية أصواتا (أو إشارات  
أخرى). فالإشارة الصوتية تجعل الإشارة الراديوية  
المطرودة (الموجة الحاملة) تتغير بشكل ما. فهي  
تصميم السعة (إي إم) تتغير سعة (أي شدة)  
الموجة الحاملة؛ أما في تصميم التردد (إف إم)،  
فتردد الموجة هو الذي يتغير. والمعروف أن  
الإرسال بتضمين التردد (إف إم) أقل تأثرا  
بالطفرقات والتداخلات الأخرى.

صمام



التضخيم

معظم أجهزة الراديو القديمة كانت  
تحتوي صمامات لتضخيم الإشارات  
المستقبلة ثم جلب الترانزستورات  
محل الصمامات، فأصبح بالإمكان  
إنتاج أجهزة راديو بالغة الصغر.



جهاز بلوري

حتى عهد قريب، كان كثير من الهواء يلغظون الت الإذاعي بأجهزة ذات  
مكشاف بلوري. وكان سطح الجهر البلوري الشنح في حبه دا بلوري من  
العليا (كبريتيد الزنك)، وملاص سلكي مستدق الطرف (بدعى شارب  
الهر) مالماس والبلورة يعملان كدايود في داره مكشوب الجهر ليس  
الديارات الصوتية وأستحلابها من الإشارة الراديوية المرسلة.

### الراديو

١٨٦٣ جيمس كلازك ماكسويل يقترح  
نظريا على أنسي رياضية لظواهر  
الأمواج الكهرومغناطيسية.

١٨٨٧ هنريج هيرتز يرسل ويستقبل  
أموجا راديوية في مختبره.

١٨٩٦ غوليلمو ماركوني يستقبل براءة  
اختراع أول منظومة عملية للتلغرافية  
اللاسلكية.

١٩٠١ إرسال أول إشارة تلغرافية عبر  
الأطلسي.

١٩٠٦ رسلند فساندن يبيع أول ت  
إذاعي، فبدشن عملي استعرا  
اللاسلكي بإسماعهم الموسيقي بدلا  
من شفرة موزس لمتعهده



## المُرسلُ الراديويّ (اللاسلكي)

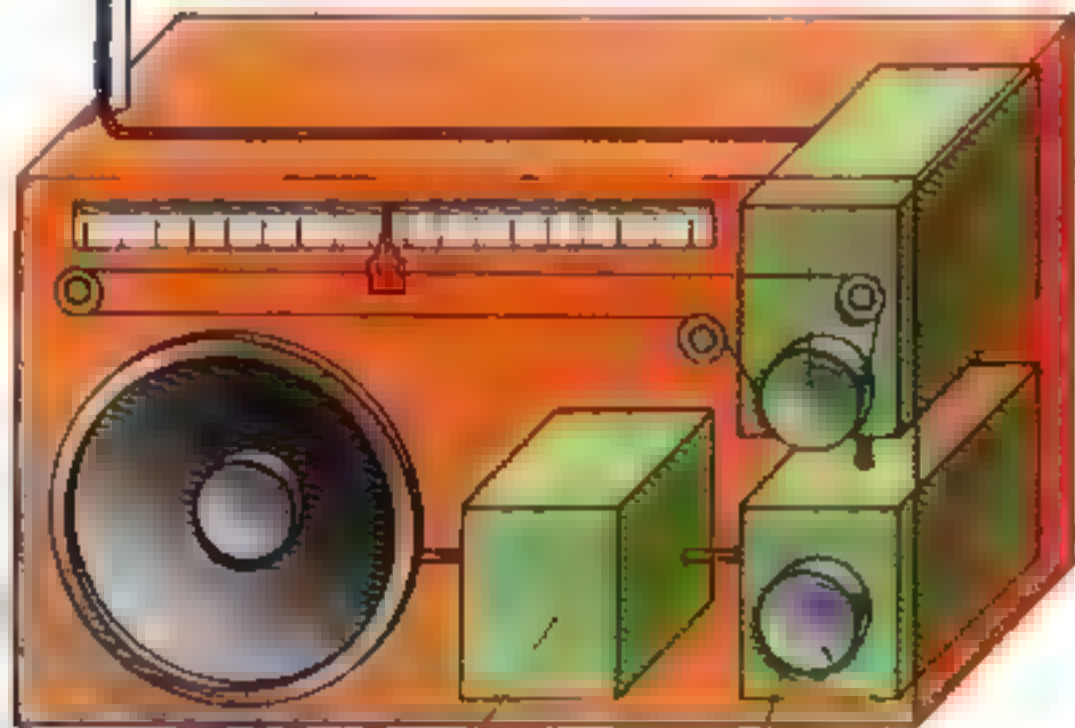
في المُرسل الراديويّ، تولّد دائرة المُذبذب مُعدّة مُسوّبة سرعة تُدعى الإشارة الحاملة، تنقل إلى دائرة أخرى تُدعى المُضخمة كما تُعدّى المُضخمة أيضًا بالإشارة الصوتية من ستوديو الإذاعة. فهي مُرسِل تصميمي التردد (إف إم) المُش هـ، تُضخّم (تُعزّز) الإشارة الصوتية لتردّد الإشارة الحاملة، كما يُقوّي المُضخّم لإشارة الحاملة المُضخّمة، ثم تُنقل الإشارة المُعزّزة هذه، كموجات راديوية، من هوائي الارسل.

بثّ هوائي الإرسال  
إشارة المُرسل  
كموجات راديوية

## المُسْتَقْبِلُ الراديويّ (اللاسلكي)

يُسْتَقْبَلُ هوائي جهاز الراديو الأمواج الراديوية من عدّة مُرسلات، فيحوّل ما يلتقط منها إلى إشارات كهربائية دقيقة. ثم تنقل هذه الإشارات إلى دوائر مُوالفة وتُضخّم، حيث تُستقى إشارة المحطة الإذاعية المطلوبة وتُضخّم بعد ذلك تُنقل دائرة المُستخلص الإشارة الصوتية عن الموجة الحاملة، وتُعدّل قوّة هذه الإشارة باستخدام مصبّ الجّهارة. ثم تُنقل الإشارة الصوتية إلى مُضخّم الخرج، حيث تُضخّم بما فيه الكفاية لِشغيل المِجْهَار الذي يُعيد تحويل الإشارة ثانية إلى أصوات كبتك التي بُثّت أصلًا من ستوديو الإذاعة.

يُستخدم مضبّط المُوالفة، وهو مُكثّف مُتغيّر، لاختيار المحطة الإذاعية



مُضبّط الجّهارة، وهو مُقاوِم مُتغيّر، يُعدّل مسوَب الإشارة الصوتية.  
يُرسل مُضخّم لخرج بيّزًا قويًا عن مُخْهَار لُخْهَار لِاسْمَاعِدَة الصّوْت.

## الإشارات الصوتية

في ستوديو الإذاعة، يُحوّل المِكرُو فون أصوَب المُدبّص إلى إشارات صوتية، كما تولّد أجهزة أخرى إشارات صوتية عند تدوير الشريحة المُستخدَمَة لِالْأَسْطُوْطَات ويمكن مزج هذه الإشارات معًا ثم تُرسل الإشارة المُوالفة إلى المُرسل.

المُضخّم يُقوّي الموجة الحاملة المُضخّمة قبل انتقالها إلى الهوائي

تُضخّم تردد الموجة الحاملة بواسطة الإشارة الصوتية

تردّد الإشارة الحاملة حوالي ١٠٠ مليون موجة في الثانية (١٠٠ مِغاهِرْتِز)

مُذبذب

إشارة صوتية



## الأيونوسفير

الأيونوسفير منطقة حُرّة فوق الأرض على ارتفاع يمتد من ٥٠ إلى ٤٠٠ كيلومتر وهي تحوي أيونات والكِروْنَات طليقة تجعلها تعكس بعض الأمواج الراديوية - الأمر الذي يجعل إرسال الأمواج الراديوية المُضخّمة التردد مُمكنًا عن مسافات طويلة.

الإشارات العالية التردد مسبقًا تُخترق الأيونوسفير، لذلك تُستخدَم في إرسال الإشارات المُوجّهة، عن طريق شواكِل اتصالات سلكية عن الأرض آلاف الكيلومترات. وتُستخدَم هذه الترددات أيضًا في الإرسال القصير المدى على سطح الأرض.

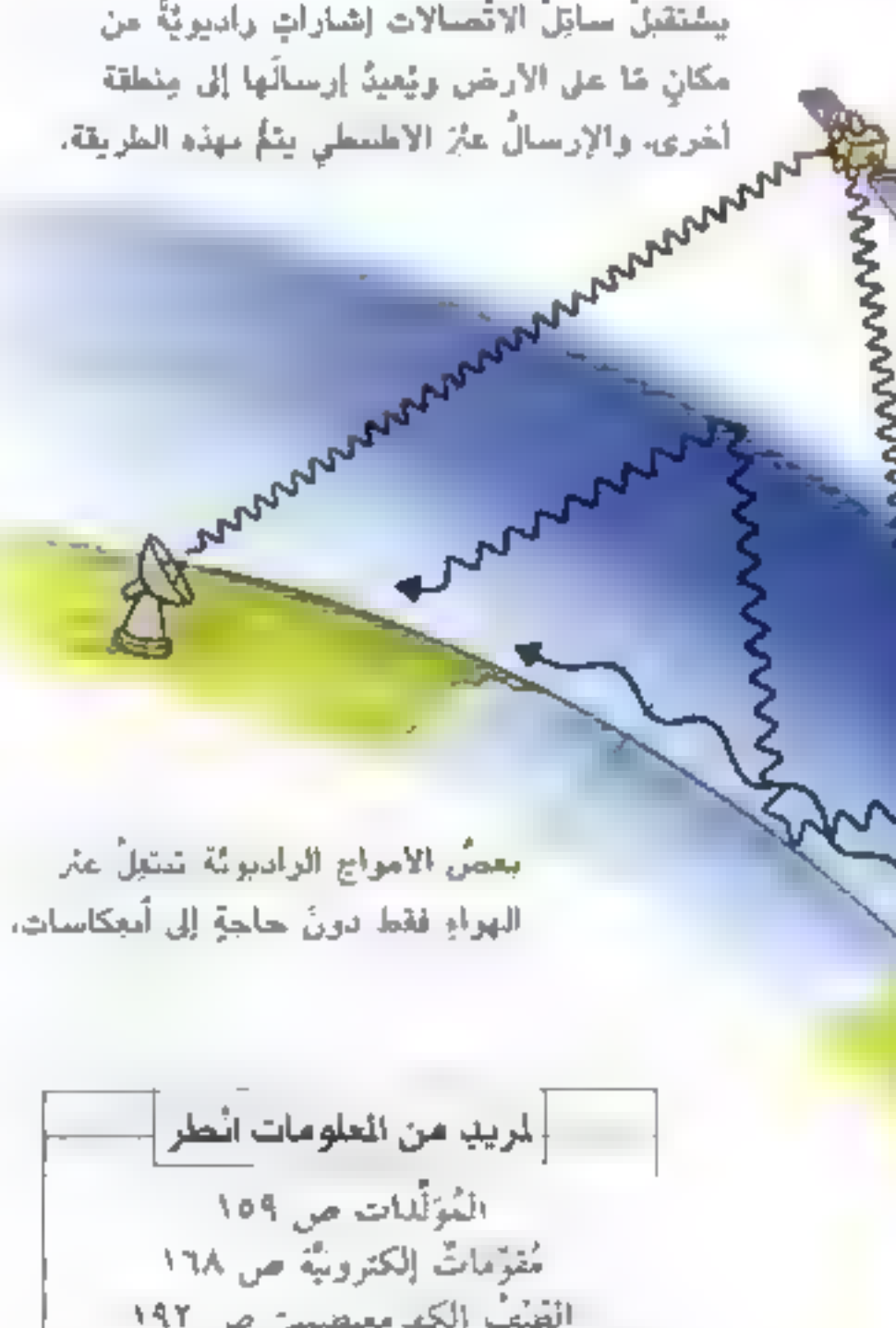
تُنعكس الأمواج القصيرة على أعالي الأيونوسفير

الإشارات المُخَفّضة التردد مسبقًا (ذات الطول الموجي الطويل) من مُرسِل تُسقط على الأرض إلى أمكنة نائية بالانعكاسات المُتكررة بين الأيونوسفير والأرض

## اللاسلكي المَوَاقِع

يُستخدَم المُرسل المُسْتَقْبِل الصغير (اللاسلكي) أحيانًا في مواقع البناء، مثلًا، يستطيع العاملون على الأرض التحدّث بسهولة مع العمال في الطوابق العليا من المبنى كما تُستخدَمه الشرطة في ضبط الأمر ومُكافحة الجريمة.

بعض مُرسِلات واستُقبِلات لاسلكي لمسافات قصيرة



بعض الأمواج الراديوية تُنقل عن الهواء فقط دون حاجة إلى انعكاسات،

## لمزيد من المعلومات انظر

- المُؤَلَّدَات ص ١٥٩
- مُفَوِّمَات الكِترُونِيَّة ص ١٦٨
- القُصَب الكِهرْمَعِصِصِيَّة ص ١٩٢
- الْأَسْطُوْطَات الْأَرْضِيَّة ص ٢٩٧



# التلفزيون

مُرْسَلٌ تَلْفِزِيٌّ

أصبح التلفزيون عاملاً مهماً في حياتنا. نتعرف به أماكن لم نرها سابقاً وربما لن نروها مستقبلاً، ونرى عبره الأحداث حال وقوعها، وأحياناً كثيرة نشاهد بعض برامجهم لمجرد التسلية والمتعة. لقد شاع استخدام التلفزيون في المنازل منذ الخمسينيات من القرن العشرين، لكن فكرة إرسال الصور عبر مسافات بعيدة راودت العلماء والمخترعين منذ القرن التاسع عشر. ونحن نعلم اليوم بأنظمة تلفزة عالية النوعية بفضل مخترعات متعددة لعل أهمها الصمامات والترانزستورات وأنايب الأشعة الكاثودية. في الكثير من البلدان ثبتت الصور والأصوات التلفزيونية محلياً باستخدام الأمواج الراديوية الفائقة التردد، أو كإشارات كهربائية عبر الكبل؛ كما ترسل على نطاق دولي بواسطة السواتل. ونستخدم التلفزة المغلقة الدارة في مراقبة أمن المصارف والمؤسسات حيث تنقل الصور من الكاميرا إلى الشاشة مباشرة.



ستوديو تلفزيوني

تعمل إشارات الضوء من كاميرات وبسات  
ضوء من المكروفون، إلى غرفة الخراقة  
المشرفة على الاستوديو، حيث تظهر جميع الصور على  
شاشته متعددة وتقوم بمخرج برنامج جديد. صورة  
تُرد لها وبوقت لاسلكي  
في لحظة أخرى.

البث التلفزيوني الحي

في البث التلفزيوني الحي نحول الكاميرا استوديوهات الصور المشهد  
في سار ب كهداته نسل لاسلكي فنتسجل صوراً في التلفاز (حي)  
(لحظي)

تدخل الصورة

إلى الكاميرا

العدسة الأولى

مرآة خاصة

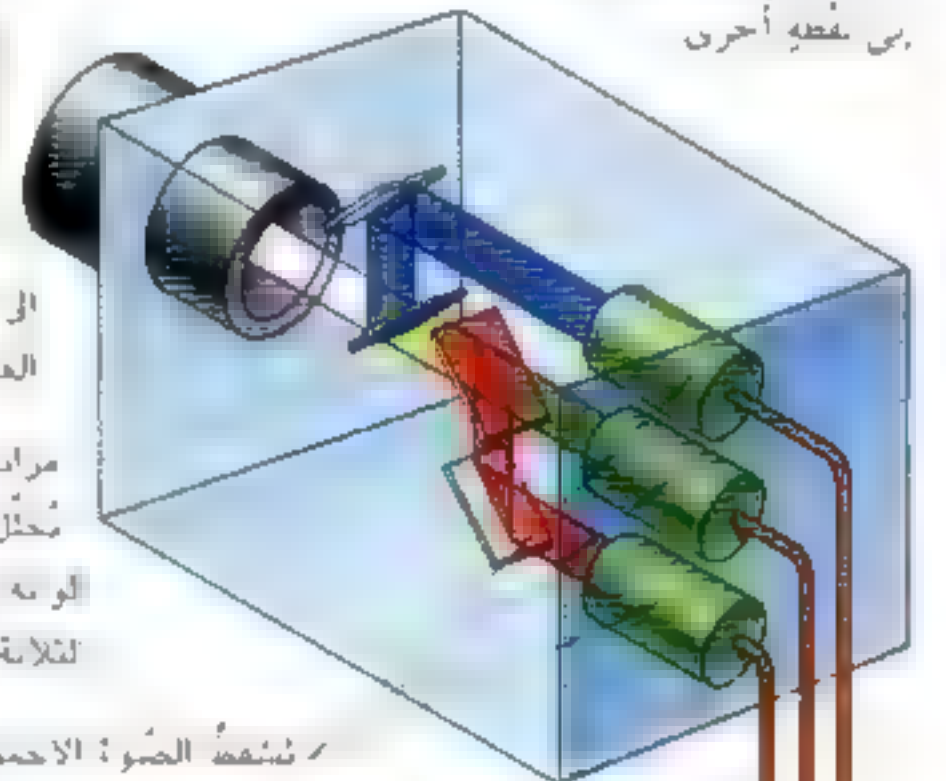
تُحَلِّل الضوء إلى

ألوانه الرئيسية

الثلاثة

تُضَمُّ الصورة الأحمر والأزرق

والأخضر على صمامات منفصلة



الكاميرا التلفزيونية

في نوع نمطي من كاميرات التلفزة الملونة، يمر  
الضوء من المشهد عبر مرآة خاصة تُحَلِّل الضوء  
إلى ألوانه الأولية - الأحمر والأخضر والأزرق  
فتتكون للمشهد صور بتلك الألوان على صمامات  
الكاميرا الثلاثة التي تسمح للصور حفاً حط. ثم تُسَمَّي كل  
صمام شارة كهربائية تنسب شديها مع تأثير  
كل حط من الصورة



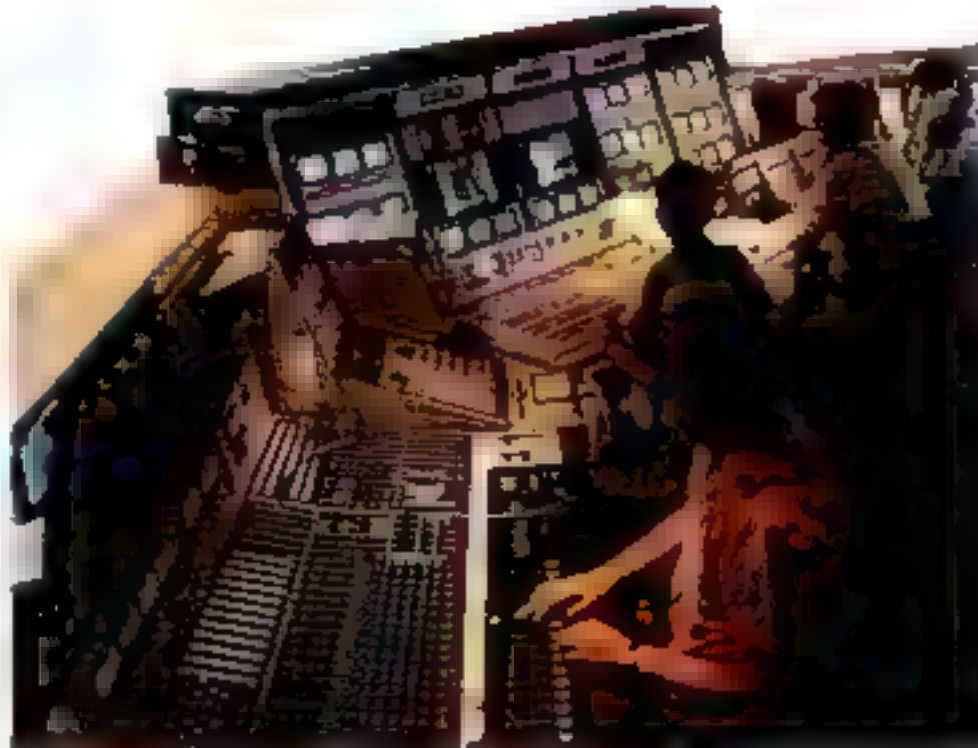
الأفلام والأشرطة المسجلة

يُدار الفيلم لاسلكي في مكان سيم تلفزيوني  
تتكون إشارته كهربائية من الأصوات  
والصور المسجلة على الفيلم. أما البرامج  
المسجلة على أشرطة فتستأد بواسطة جهاز فيديو  
وتنقل جميع الإشارات الصوتية والبرقية من مصادرها المسجلة  
إلى قاعة العرض، وهي قاعة فراقية تُدار من ستوديو المذيعين



قاعة العرض

في هذه القاعة، تُختار وتُراقب جميع  
الإشارات المسجلة من مصادر حيّة أو  
مسجلة؛ وتُعرض الصور على شاشات عنه  
أجهزة مراقبة. ومن قاعة العرض هذه،  
تُرسل، إلى القمر الصناعي، إشارة  
الصوت وإشارة مرئية واحدة تحتوي جميع  
المعلومات اللونية مع بيانات التزامن التي  
تُمكن جهاز الاستقبال من استعادة الصورة  
على الوجه الصحيح





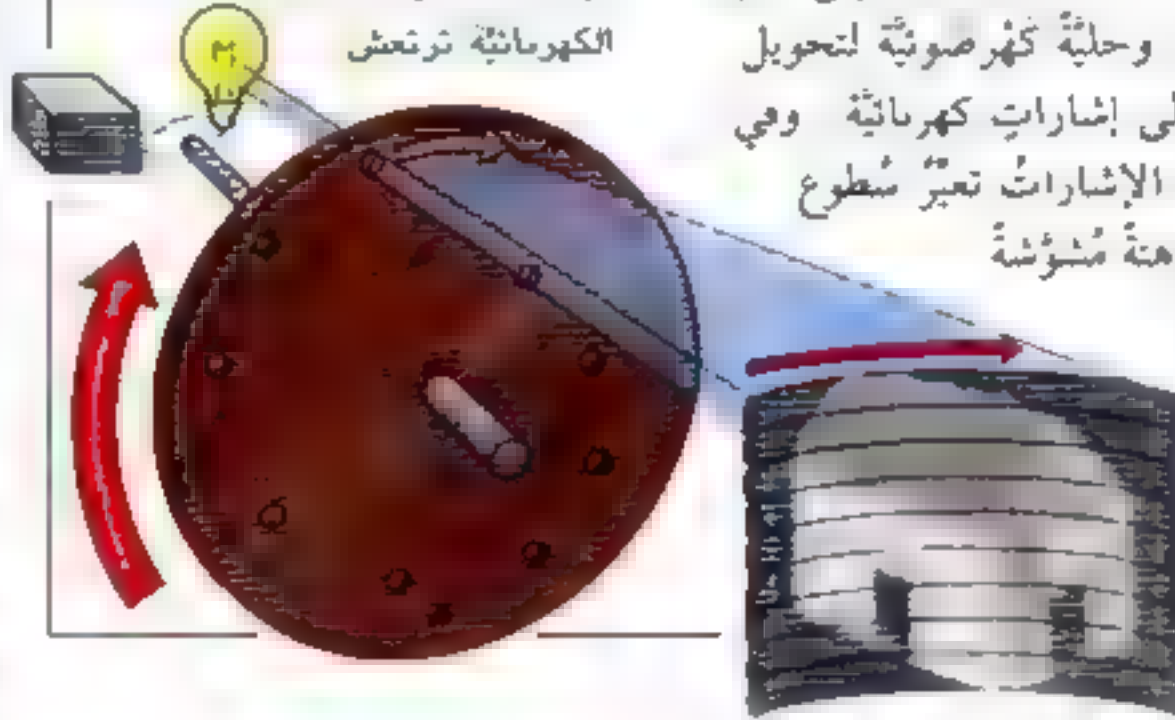


هوائي الاستقبال

## المُستقبلات التلفزيونية

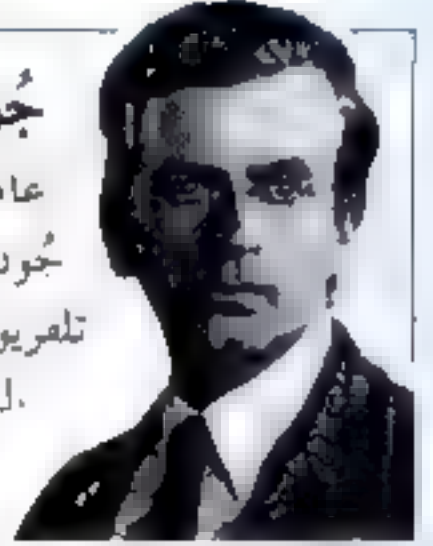
تتلق إشارات الرّسيل التلفزيوني عبر الهواء بسرعة الضوء كأمواج لاسلكية، فيحولها هوائي الاستقبال، الموصول بمحار التلفزيون، ثانية إلى إشارات كهربائية. وباستخدام دارات الموائفة الإلكترونية في المُستقبل يُمكنك استقبال المحطة التلفزيونية التي تريدُها. أمّا في التّلفزة المُلوّنة، فتعمل دارات أخرى على قرّر المقوّمات اللونية الثلاثة في الإشارة المرئية، فيستخدّمها صمام الصّور (أنبوب الأشعة الكاثودية) لاستعادة الصورة بألوانها الكاملة - في حين يستعيد المجهز الإشارة الصوتية.

فُرض بيرد الدّوم كان من أختراع بول سبكو (١٨٦٠-١٩٤٠) ومُبتكر المحطّ ادماه كيف أن قرصاً تساعدي الثقوب يُنتج صورة عندما تجعل الإشارة المرئية الضمجة الكهربائية ترتعش



## جون لوجي بيرد

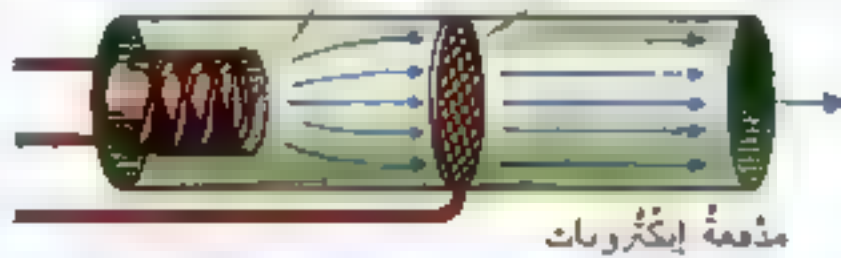
عام ١٩٢٦، عرض راند التلفزيون، الإسكتلندي جون لوجي بيرد (١٨٨٨-١٩٤٦) أوّل منظومة تلفزيونية مُستخدماً قرصاً مُثَقّاً دَوّاراً، ليحول ضوء المشهد إلى خطوط، وحلّة كهروضوئية لتحويل تعبيرات السطوع إلى إشارات كهربائية. وفي مُستقبل بيرد كانت الإشارات تعبر سطوع



ضُمجة كهربائية، فيرى المشاهد صورة مَهتة مُشوَّشة عبر ثقوب قرص مُدَوِّم آخر وسُرْعان ما أُستبدلت منظومة بيرد ليحل محلّها منظومة إلكترونية بالكامل من نوعيّة أفضل

تُحمي فتيلة تسحبي كهربائية الكاثود المعدني المحيط بها، فيثبّت إلكترونات

تفكّ الإلكترونات كخُرْجَة عبر الامدادات إلى شاشة الأنبوب الموحدة الشّحنة



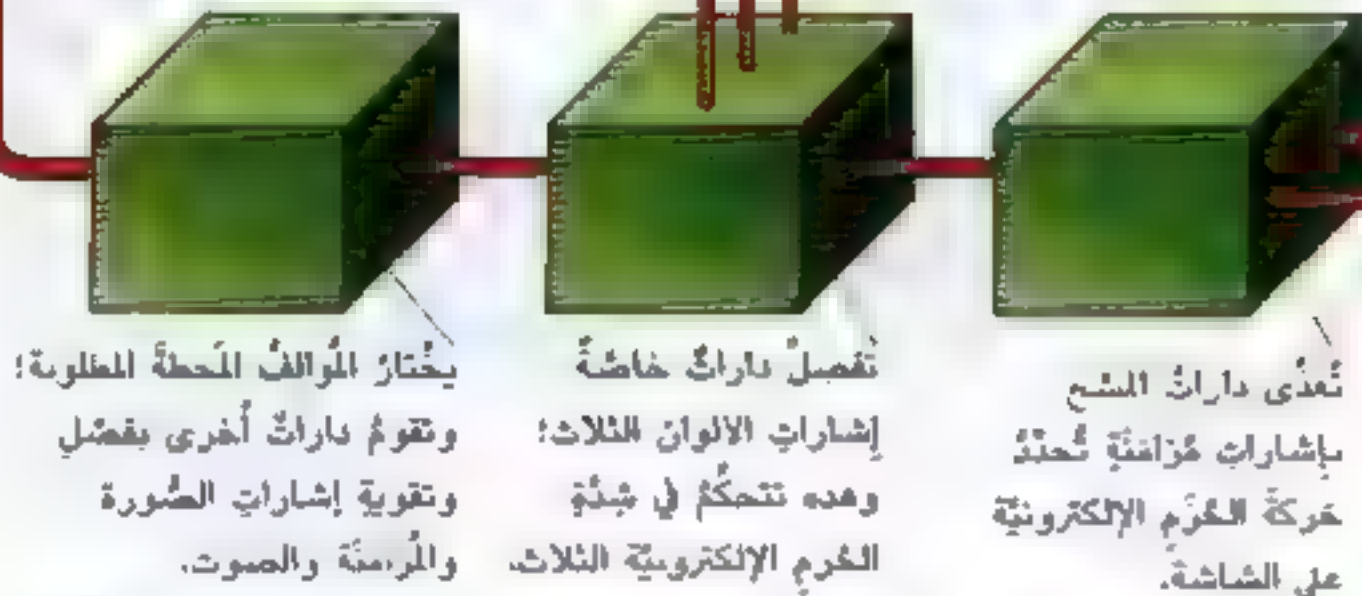
مُدْفَعَة إلكترونات

مُدْفَعَة إلكترونات تُصبّر مدْفَعَة الإلكترونات داخل أنبوب (صمام) الأنبوبة الكاثودية حرّماً إلكترونيّة على شاشة العرض - في حين تُصبّر صمامات الألوان حرّماً مُفَصَّلة لكلّ لون من الألوان الأويّة الثلاثة وتعبّر شدة هذه الخُرْجَة وفقاً لسطوع مقوّمات الألوان في المشهد الأصلي.

كلّ مدْفَعَة إلكترونات تُنتج لونا واحداً - أحمر أو أخضر أو أزرق.

## إشارة الصورة

يلتقط هوائي الاستقبال الإشارة التي يُبثّها الرّسيل ويحوّلها إلى إشارة كهربائية تسري ثرّولاً عبر سلك خاصّ إلى المُستقبل.



يُختار الموائف المحطّة المطلوبة؛ وتقوم دارات أخرى بفضّل وتقوية إشارات الصورة والمرئمة والصوت.

تُفصل دارات خاصّة إشارات الألوان الثلاثة؛ وهذه تتحكّم في شدة الخُرْجَة الإلكترونية الثلاثة.

تُعدي دارات المشج بإشارات مُزامنة تُحدّد حركة الخُرْجَة الإلكترونية على الشاشة.

نُوحَة هذه المغنطيسات الكهربائية تستلّز الفرقة الإلكترونية عبر الشاشة.

تُسلّط إشارة المشج العمودي على المغنطيسين الكهربيين الأيسر والأيمن.

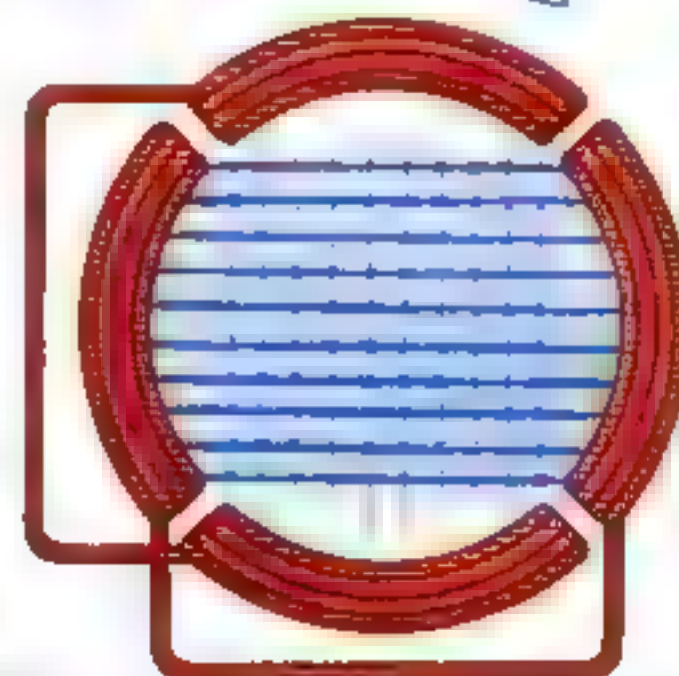


## مشج مُتَشابِك

تُعرض على الشاشة في كلّ ثانية ٢٥ أو ٣٠ صورة كاملة - علماً أنّ الحطوط الوترية تُعرض مُتساوية مع الحطوط الشّحبة جاعلة عند الصور ٥٠ أو ٦٠ صورة في الثانية. والمعروف أنّ زيادة مُعدّل الصّور على هذا النحو يُخفّف رَعشاتها.

## المشج

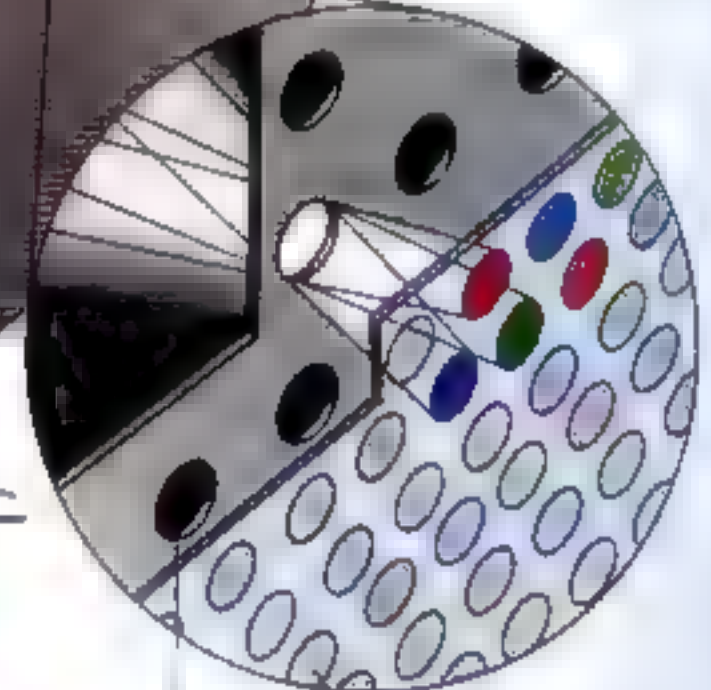
في المُستقبل التلفزيوني، تُحرّك الخُرْجَة الإلكترونية سرعة عبر الشاشة بواسطة زوجين من المغنطيسات الكهربائية تُعرّف بالملفات الحارة للحطوط والمجالات. فسُعرّ الشاربات عبر هذه الملفات تتغير مجالاتها المغنطيسية حارة الخُرْجَة الإلكترونية أحياناً وعمودياً على شاشة العرض.



تُسلّط إشارة المشج الأفقي على المغنطيسين الكهربيين العلوي والسفلي.

## الصّور المُلوّنة

تعبّر شدة الخُرْجَة الإلكترونية خلال منحها الشاشة، مُعبّرة بذلك سطوع المُشغرات (نفع الكيماريات المُستعمرة) عليها وهكذا "ترسم" الخُرْجَة الإلكترونية ثلاث صوّر مُلوّنة مُتطابقة على الشاشة تبدو لفتن الناظر صورة واحدة بكامل الألوان



الشاشة مُغطاة بطبقة مجهرية من المُشغرات. خارج مُثَقّ للابتقاء اللوني

## شاشة التلفزيون

تُغطّي شاشة التلفزيون بقاظ المُشغرات التي تنوّه باللون الأحمر أو الأخضر أو الأزرق عندما تصبّها الخُرْجَة الإلكترونية. بعض أديب للصورة، في التلفزيون المُلوّن، يحوي حاراً مُثَقّاً حنّف الشاشة، تؤمّن نُفُوّه أنّ تصبّم الخُرْجَة الإلكترونية الواحدة نوعاً واحداً من المُشغرات فقط. وهكذا يُكوّن كلّ خُرْجَة صورة من لون واحد

## لمزيد من المعلومات انظر

- النّية الدّريّة ص ٢٤
- الرّادّيو ص ١٦٤
- التّلفّيز الكهريغناطيسي ص ١٩٢
- الألوان ص ٢٠٢
- السبما ص ٢٠٨

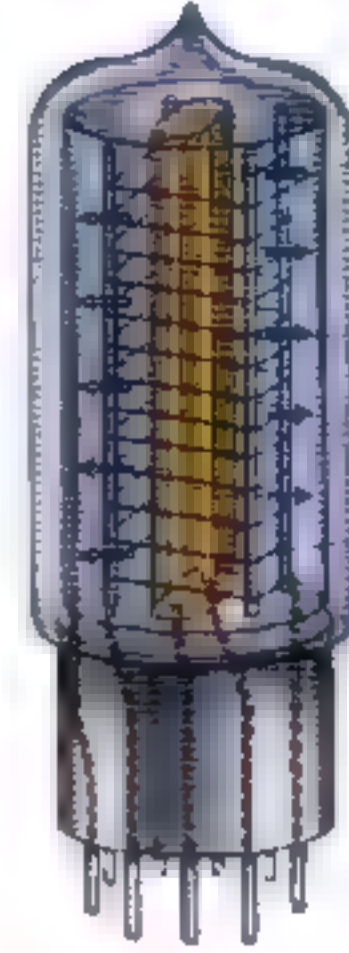


# مَقَوِّمَاتُ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ

الإلِكْتَرُونِيَّاتُ كانت الأكثر أثراً في حياتنا من بين فروع التّقانة (التكنولوجيا) الحديثة المتعدّدة. وكانت أجهزة الراديو والتلفزيون ومعاير الأسطوانات والمُسجّلات الشريطية أوّل هذه النبايط الإلِكْتَرُونِيَّةِ توافراً وشيوعاً. ويعتمد عمل هذه النبايط على مَقَوِّمَاتِ الْإِلِكْتَرُونِيَّةِ لا غنى عنها للتحكّم في الإشارات الكهربائيّة أو تغييرها بشكلٍ ما، نذكر منها المَقَوِّمَاتِ والمُكثِّفَاتِ والترانزستورات (المُحوّزات) والدايودات (الصمامات الثنائيّة). واليوم تُصنّع هذه المَقَوِّمَاتِ صُغْرِيَّةً مُنَمَّمةً بحيث يُمكن استخدامها في بنايط أخرى. فعصّ الساعات، مثلاً، يحوي دارات إلكترونيّة مُعقّدة تبيّن لك الوقت في مختلف بلدان العالم، وبعض الكاميرات مُزوّد بمَقَوِّمٍ إلكترونيّ يضبط وضع العدسة وسرعة الغلق (للتعريض الصحيح) تلقائياً.

## الرّادِيُو النَّقَال

تحوي الراديوات المحمولة مَقَوِّمَاتِ إلكترونيّة مُتعدّدة متباينة لتؤدي مهامّ مختلفة. فالهوائي يلتقط إشارات محطات الإذاعة والترانزستورات تضخّم هذه الإشارات. وبإستطاعتك أنتقاء المحطة التي تريد باستخدام دائرة المُوالفة المؤمّدة من ملفّ ومُكثِّف متغيّر. ويتمّ التحكّم في الجّهارة بواسطة مُقاوِمٍ متغيّر يضبط مُستوى الإشارات الصّوتيّة التي تُعدي المضخّم هوائي والمخّهار



الإلِكْتَرُونُودُ في التّرايود (الصمام الثلاثي) مُشعّة في أسبوب رُحاحي مُخرج من الهواء.

يتنوّع الكاثودُ إلِكْتَرُونَاتٍ عند حمائه بتيّارة سلكيّة مُتوقّعة

الشّحنة السالبة على الشّبكة تتحكّم في تريان الإلِكْتَرُونَاتِ إلى الأنود

الأمود الموجب الشّحنة يحدث الإلِكْتَرُونَاتِ الشّابّة الشّحنة

الترايود (الصمام الثلاثي)

يُتألف الترايود من كاثود و أنود وشبكة سلكيّة بينهما وتُستخدم في

صحح (تقوية) الإشارات الكهربائيّة عند نغنى لشبكة بإشارة صغيرة تتغيّر شحنتها مُعدّنة تعوّب كسرة في سريان الإلِكْتَرُونَاتِ إلى الأنود. لذا فإن إشارة المنحمة إلى الأنود هي شحنة مُضخّمة عن الإشارة على الشبكة. وقد حلّت لتراتزستورات مؤخراً محلّ الصمامات في الراديوات، فظهرت راديوات الترانزستور الصغيرة الحجم جدّاً

مُكثِّف متغيّر (بضبط المُوالفة)

مُقلّد انتقاء المُوالفة الموجبة (أمواج متوسطة بترددٍ عالٍ جدّاً)

هوائي تضبيبي من العزّمت «الحديدية» (بالأمواج المتوسطة)

الترانزستورات تضخّم الإشارات

التي يلتقطها الهوائي

لوحّة الدّارة

المسوّدة

هوائي قصبي

مُتفاجل (للترددات

العالية جدّاً)

دايود ضوء

مُقاوِم متغيّر (بضبط الجّهارة) مُقلّد (مفتاح) وصل وقطع

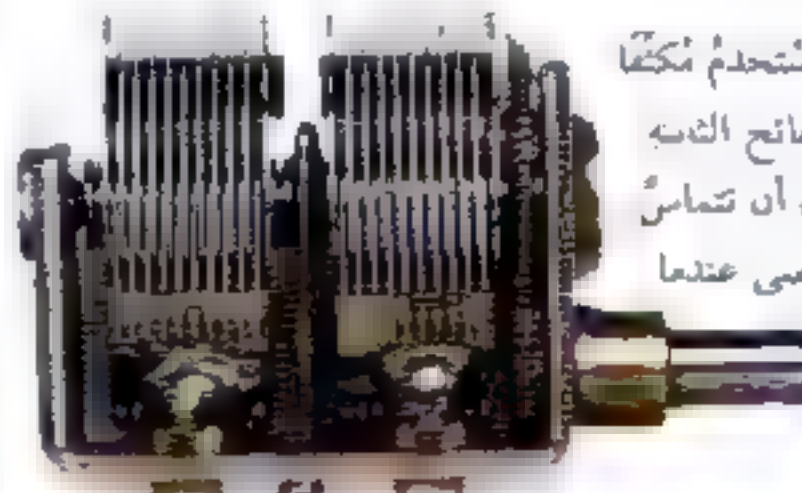
تتحكّم المُقاوِم في شدة تيار الدّارة مُقاوِم العالٍ المُقاوِمه يُمرّر تياراً خفيف الشّدة سُمّاً

الاستقبال

الإشارات المُضخّمة الشّعة (اي إم) التي يشعها المرسل الرّاديو هي أمواج لاسكيّة مُعيرة الشّعة هوائي المُستعمل يحوّل كلّ هذه الأمواج إلى شاراب كهربائيّة مُصاهية ستنى منها دائرة المُوالفة الإشارة المطلوبه

المُكثِّف (الاستخلاص)

تعمل الإشارة المُضخّمة من دائرة المُوالفة إلى الدايود، الذي يُحوّل الأمواج إلى تيّارات كهربائيّة شحّن المُكثِّف. وحيث إنّ المُكثِّف يحفظ مُعظم الشّحنة بين التّصّاب، فإن الإشارة عرّة شحّة بإشارة أضواء لأضلي



عندما تُوَلّف الراديو على محطة إذاعة تُستخدم مُكثِّفاً متغيّر يحوي مجموعة أو أكثر من الصّمايح الثّابّة والمُتحرّكة التي يُمكنها التقاطع معاً دون أن تتماس وتكون مُواسعة المُكثِّف في حُلّها الأقصى عندما يكون تقاطع الصّمايح الثّابّة والمُتحرّكة كاملاً. وتغيّر مُواسعة ينتهي الراديو إشارات تردّد مُختلفة



مخّار

مُحوّل

الدايودات تُحوّل الإشارات المُضخّمة إلى تيّارات مُستمرّة ويحدث نمك إعادة تكوين الإشارة الصوتيّة

يُحوّل المُكثِّف تيّارات التّيار المستمرّ من المُستخلص إلى إشارة صوتيّة سلسية بإيعانه أشخّصه بين الأصوات

صورة كهربائيّة بالأمواج الراديويّة المُضخّمة الشّعة

شكّل الإشارة الصوتيّة المُحوّل بالأمواج الراديويّة

مُقلّد سقاعة الرّاس

تصاوت الإشارة المُقولة بالدايود

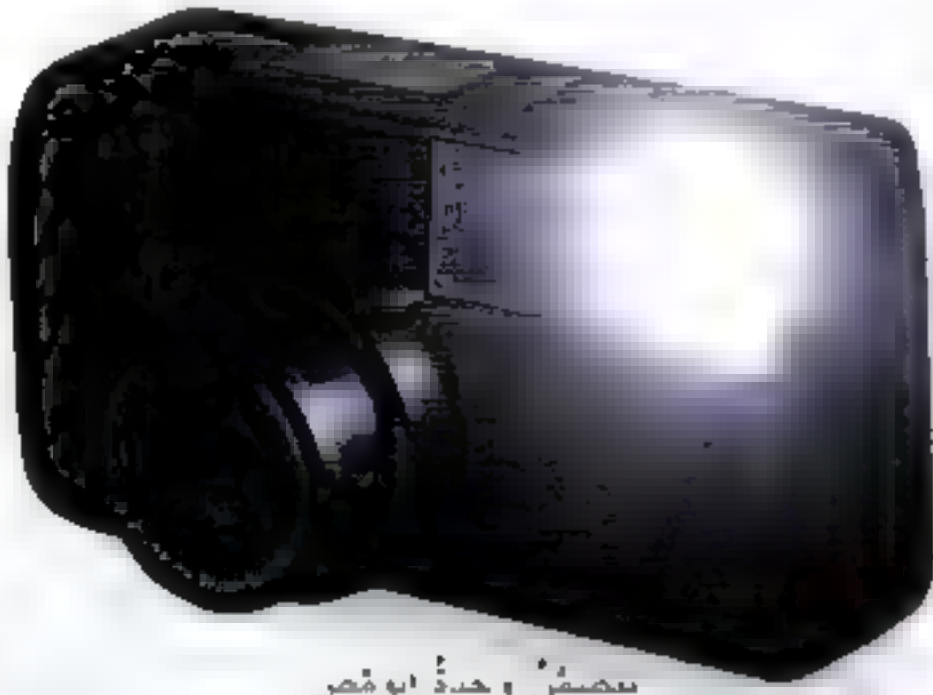
شارة الصوت لاصلة

إشارة عرّة مُكثِّف



## مقومات حديثة

منذ اعام ١٩٥٠ وتوالى بدأ تصنع العديد من المقومات الإلكترونية بحجم أصغر بكثير، كما طوّرت مقومات حديثة، وكُنْه من الصغر بحيث أصبحت المعذات المصغرة جدًا شتًا مألوفًا. حاكًا سو حد هذه المقومات، من ترانزستورات ومقومات ودائوات ومكثفات، في العديد من الأدوات الإلكترونية المتدونه كما حقت الكومبيوتر الحديثة مقومات أكثر مونيقة، كدائوات ضوأة (ضمانات شديّة الدعة للصوة) سي احدث خلل محل الضمانات لذلة لأنها كد لا تعطل ادا

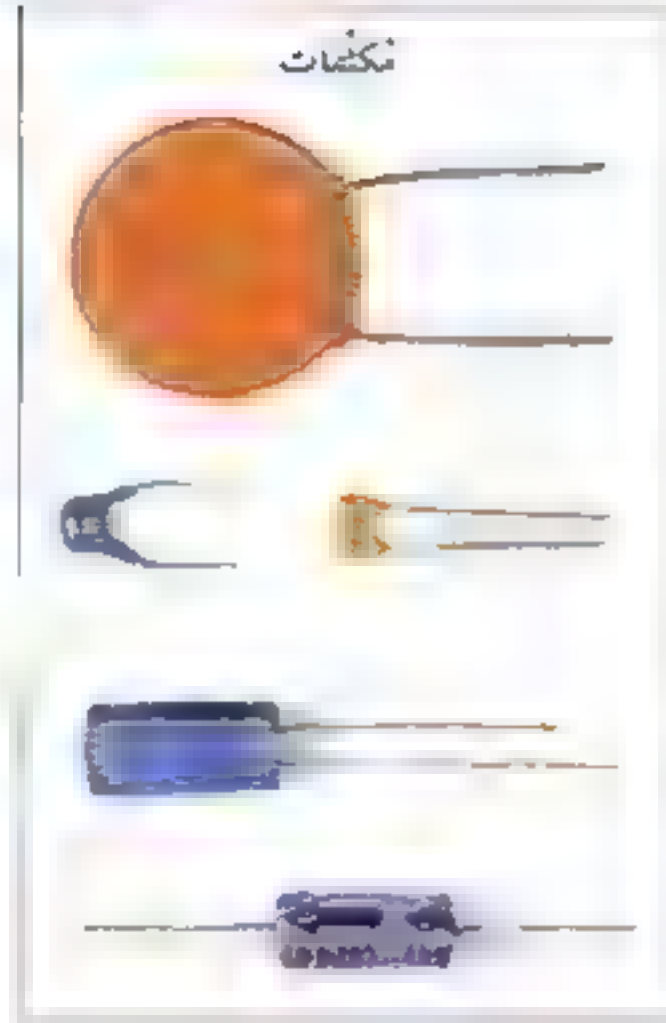


مصفّر وحدة اومر

مكثف يحترق شحنة كهربائية عندما يسلط الشحنة إلى صمام خاص، يتولد ويصن ساطع

### المكثفات

مكثفات ساطع يحترق شحنة كهربائية وتنفذها عد الحاحة وساطع المكثف من طمس فترتس تنصن ساطع صفة عارة، كدند من سلا أفا مكثفات كهربائية فمصغ سرب صفة عارة ساطع على صدمع من لاء منوم ويحترق المكثفات لمحللة نفسه الشعبة كدند فحيلة من لشحنة عدم شتر ففصة نفسها عر صدمع



مكثفات



مقاومات



دايوات



ترانزستورات

### الدائوات (الضمانات الثنائية)

الدائوات هي دائرة إلكترونية، تسمح سريان الشار الكهربائي في اتجاه واحد فقط وهكذا فهي تحول الشار بصواب الى مصاب من اشار الضمن تضمن بعض الدائوات للاضطلاع اشارات نصعفة، سنا تستطع آخر تداول اشارات العالقة جدًا. ومن الدائوات ما هو صوأة (ماعث للصوة) فستحدم كصمام ذليبي.

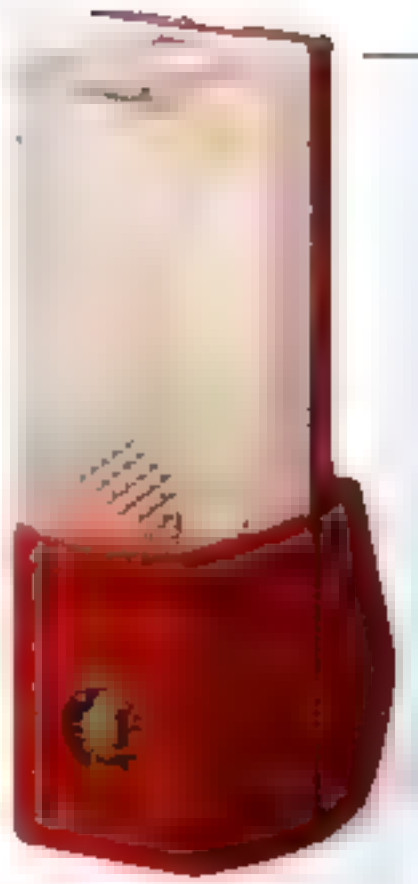


تنبعث الصوة عند مرور الشار عثر الدايود موصلي شنة موصلي

### مقومات الدايود

#### الصوأة

تألف الدايوات ساعة نألف الدايوات ساعة للصوة من موصلي شنة موصلي في كسوي د شنة ينبعث الدايود نورًا عندما يمر شتر عره والدايود للصوأة دائرة اعطل حدًا نذا نسخة بدلًا من الضمانات



مقاومة صوتي الاعتمادية

في واحدة المصباح اللبي الاوماسي اعلاه، يوجد مقومات حساس للصوة، مبراش مقوماته في تلمعه وتتأثر دوائر الكومبيوتر بهذا المصغر سمر الشار شيرة سلا

### المقاومات

يحد من سحك في شدة الشار ساري في داه كهربائية باختلافات، فاشدود العاليي مقوماته شرتا صغير سنا، مقومات المصغرة المصنوعة من كربون او لاسلاك دس فلامس اب لاهي تمكن به تعير المقومات ما مقومات صوته الاعتمادية فصل مقوماته شدد صوة، كما رافصم مقومات حررته الاعتمادية (الترانزستور) سلا مقوماته ساريداع درجة لحوارة



### المصغرم

يحتوي المصغرم دارة تكتر الاشارة ككهربائية صغيرة، وتعدّي لترانزستور لاشارة المصغرم (مفغرة) إلى المخهر لشعة



القاعدة لمجمع

### مقومات الترانزستور

تألف هذا الترانزستور من قطعة شنة موصلي من سطم (سطم إلكتروني) محصورة بين طفتي شة موصلي من السطم من (المعد السليبي) الطبقة الوسطى هي قاعدة الترانزستور، أما الطبقتان الخارجيتان فهولان المختعت والمجمع



### الدائوات الضوأة

تستخدم دايوات الصوأة لإشارة الأرقام في بعض الحاسبات، او كمؤشرات على اللوحات الإلكترونية. وتألف مؤشرات فستون اخرب في بعض المصمحات من اعمدة من هذه الدايوات، يد يزداد عدد الدايوات الميرة بأرياد مستويات لصوت

### لمزيد من المعلومات انظر

- الكهنة (سحبنا ككهرباء) ص ٦٧
- الكهرباء اساريه ص ١٤٨
- الدائر الكهربية ص ١٥٢
- الرؤيو ص ١٦٤
- الدوائر المتكاملة ص ١٧٠
- الحاسبات ص ١٧٢
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠



# الدَّاراتُ المتكاملة

هنالك جزءٌ صغيرٌ داخل اللعبة الإلكترونية يتحكّم في سائر أنشطتها - يُحرّك الأحرف أو الرّموز على الشاشة، يُسجّل الإصابات، ويُصلِّدُ الطّنين إذا رُبِحت أو خسرت. هذا الجزء الصغير هو دائرةٌ متكاملة (أو رُقاقةٌ سليكونية) دقيقة لا تتجاوز مساحتها بضعة مليمترات مُرتعة. الرُقاقة تضمّ المقوّمات الإلكترونية كلّها؛ وهناك الآلاف منها على الرُقاقة السليكونية الدقيقة. تُؤدّي الدارات المتكاملة مُختلف المُهمّات نفسها التي تقوم بها الدارات المصنوعة من مقوّمات إلكترونية مُنفصلة. والرّقاقات بكونها قليلة كلفة التصنيع وعالية الموثوقية، أسهمت في جعل المُعدّات الإلكترونية أرخص ثمنًا وأصغر حجمًا وأكثر كفاءة وفعالية.



## لُعبة إلكترونية

تُعدّ الألعاب الإلكترونية اليدوية هي حاسبات مُكرّسة مُرمجة لأداء عمل مُعيّن فقط. فاللُعبة أعلاه تعرض على شاشتها مشهدًا فصائيًا يقوم فيه اللاعبون بإطلاق النار على سُفن فضائية المُعدية.

## تصميم الدّارة

قبل أن تُصنع الدّارة المتكاملة، يُرسم مُخططٌ كبيرٌ بها بالكامل ونواحيه بدقة. وحتّى إنّ الدّارات تُصمم تُركّب من طُرادات، فلوحة تُصاّر إلى تصميم كُرنطمة على حدة ورسمها ثم تُصنع من هذه التصميمات نُسخة بعنقود الرُقاقة تُدعى البصم.



## الدارات المُصنّعة

تُشكّل داراتٌ متكاملة مُتعددة في انبوب صلب على الرُقاقة السليكونية، وهي شريحة من مادة سليكونية يتم بعد التصنيع نُحترق في درجة مُعّدها الإلكترونية، ثم تُركّب الدارات التي بعد ذلك تُركّب الاحتمالات يحتاج هي كونه لدرجة أو حرارة ودية.

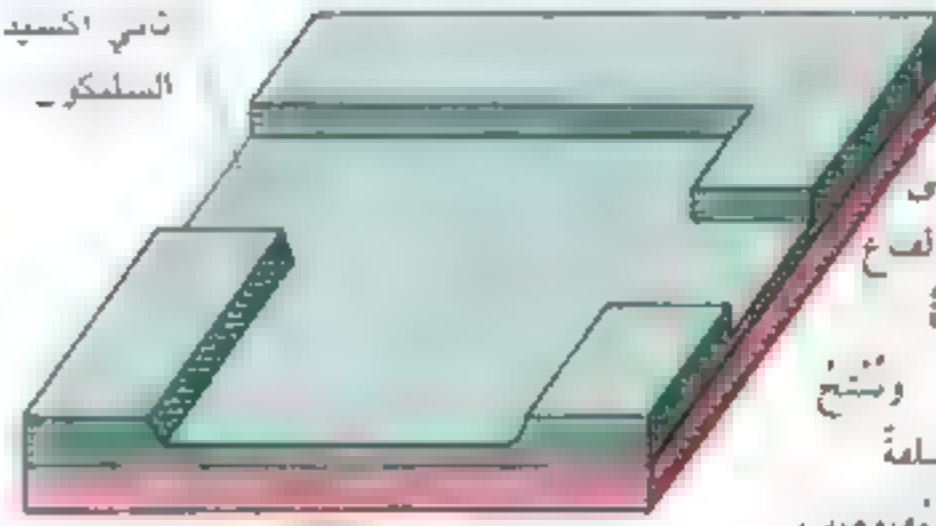
## الرُقاقة السليكونية شتّة

مُوصّل من النمط م

## صنّع الرّقاقات

تُصنع مقوّمات الرُقاقة برصبع يُشبّه مُوصّلات من المُطّين م و من رُفّاد أخرى على قاعدته السليكونية، تُستعمل الحرارة والكمادات في تشكيل النموذج وتُنتج اسويغات المحسنة مُقوّمات مُختلفة كالمُرشّورب والداؤودات والمُعدّات والمُكتفات الحبيصة الشعة. إلى اليسار تُرى ثلاثًا من المراحل المُتعددة التي يطوي عليها إنتاج مقوّم واحد على الرُقاقة. هو في هذه الحال مُرشّور من نوع خاص ذو الكترول مركزي مُغرول.

طبقة عازلة من ثاني أكسيد السليكون



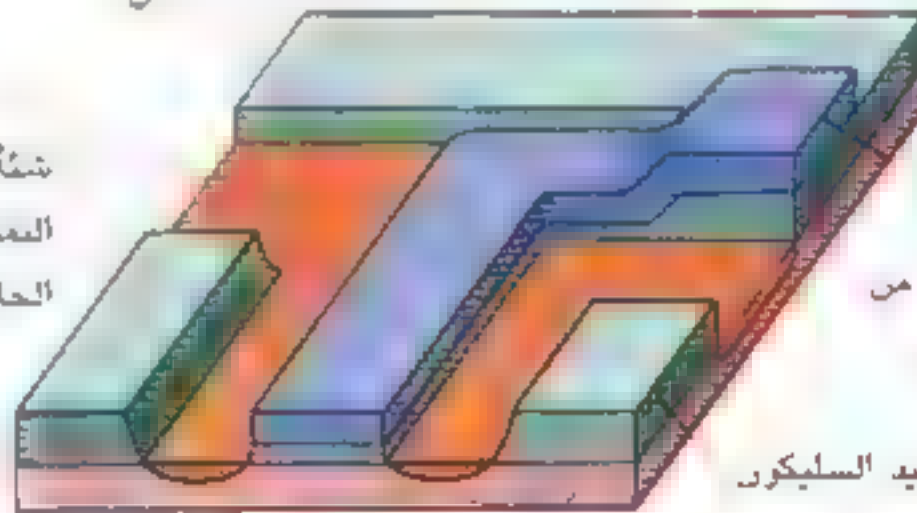
## لوحّة الدّارة

بعض الأسطح السطحة بحوي رُقاقة رقيقة وحده ويضعه مقوّمات أخرى. لكن الأجهزة الأكثر تعقيدًا، كالحاسبات، قد تحتوي رقائق عديدة مُرتبة على لوحّة دارات مطبوعة، حيث يوصلات بين الرقائق والمُقوّمات الأخرى مطبوعة بالنحاس.



رُقاقة في وسط كسونه حرقية

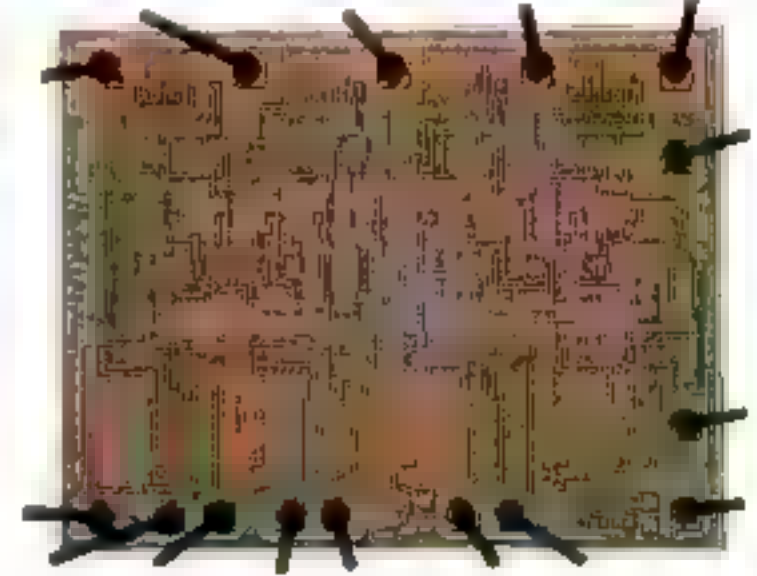
شتّة مُوصّلات النمط من بالكترونات الخارجة



## الكترول

برامبرستوري من البوليسليكون

ثاني أكسيد السليكون



## في داخل الرُقاقة

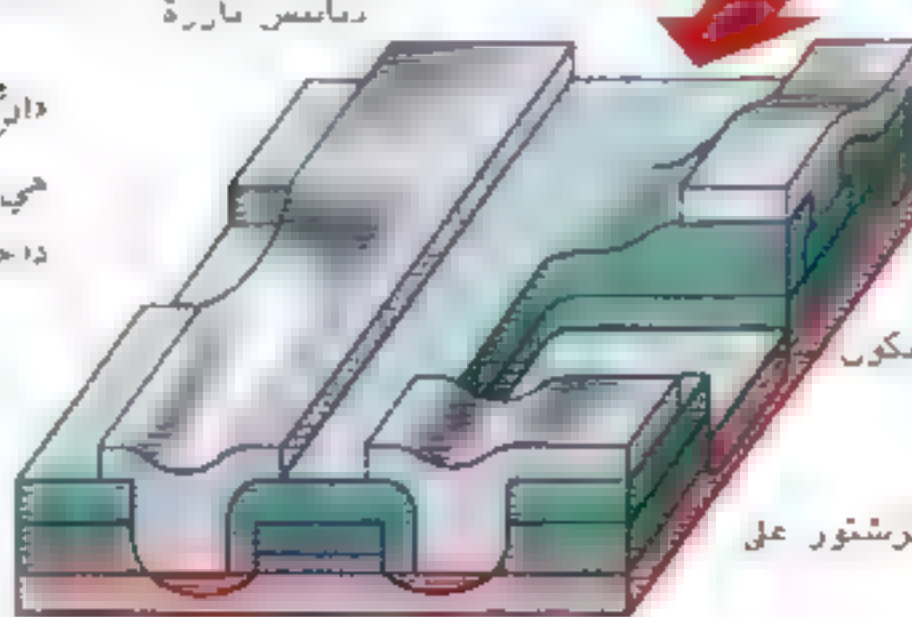
هذا جُزء من سطح رُقاقة سليكونية (دائرة متكاملة) مُكثّر ٤٠ مرة. ونُسمّ الوصلات بدارات أخرى غير أسلاك رفيعة تُلتصق بوسيداب حول أطراف الرُقاقة.

سليكون من النمط م

اتوصلات إلى الالكترونات تُصنع من مُوصّل هو الألومنيوم

ثاني أكسيد السليكون

لا يبرّد عرّض هذا لبرامبرستور على واحد مائة من المليمتر



مُوصّل الرُقاقة بلوحة الدّارة بواسطة دبابيس ماردة

## رُقاقة كَبسُوليّة

«الرُقاقة» التي تُشاهد على لوحه دره هي في الحقيقة كسونه بحمي رُقاقة في داحنها. ونُسمّ الوصلات بين الرُقاقة ولوحه الدّارة بواسطة أسلاك من الذهب مُتصّبة بمسامير فلزيّة تُبرّد من الكبسولة. وهذه المسامير تُلتصق بلوحة الدّارة أو تُوصّل بالقيس في مُقابِل حاضّة.



## استخدام الدارات المتكاملة

نستخدم لغة الكرات (المتحركة) والمسامير هذه دائرة متكاملة بسيطة تحتوي عدة بوابات منطقية تتألف الواحدة منها من بضعة ترانزستورات ومكونات أخرى وتُسحب البوابة المنطقية لتوحد أو عياب الإشارات الواردة، وتُصدر الخرج الملائم. وتُشغل الرقاقة دايودات ضوءاً مدونة تُبين الشقوق التي تدخلها الكرات (المرئية)، وتُحدد الرّيح أو الحسارة. ولكي يربخ اللاعب، عليه إدخال كرة واحدة على الأقل في كل من الشقين لاروق والاصفر، على ألا يدخل أيّاً في الشق الأحمر. وفي حالة الرّيح، يُضيء الدايود الأحمر. وفي حالة الحسارة، يُضيء الدايود الأصفر.

عالم لم تدخل كرة الشق الأحمر «ج»، لا يحصل دخل في بوابة «لا». وفي هذه الحال تُرسل إشارة الخرج إلى بوابة «و».

دايود ضوء  
شقاوم

تُعطي بوابة «و» الثلاثة أشعل إشارة خرج فقط عندما تتواجد إشارة في كل من مواقع الدخل الثلاثة. وهكذا تُعطي بوابة «و» خرجاً عندما تتواجد كرة في أحد الشقين الأزرقين، وفي أحد الشقين الأصفرين ولا كرات في الشق الأحمر، والخرج من بوابة «و» يُضيء الدايود الأصفر دليلاً على الرّيح.

### بوابة «و»

تُعطي بوابة «و» المزدوجة الدخل خرجاً عندما تُسلط إشارة إلى كلا موقعي الدخل

الخرج	الدخل ب	الدخل أ
0	0	0
0	0	1
0	1	0
1	1	1

### بوابة «أو»

تُعطي بوابة «أو» المزدوجة الدخل خرجاً عندما تُسلط إشارة إلى أحد موقعي الدخل أو كليهما

الخرج	الدخل ب	الدخل أ
0	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

### بوابة «لا»

تُعطي بوابة «لا» خرجاً عندما لا تُسلط إشارة إلى دخلها. كما لا تُعطي إشارة خرج بوجود إشارة دخل أحياناً تُدعى بوابة «لا» عاكس الطور

الخرج	الدخل
1	0
0	1

## دائرة الكرات (المتحركة) والمسامير

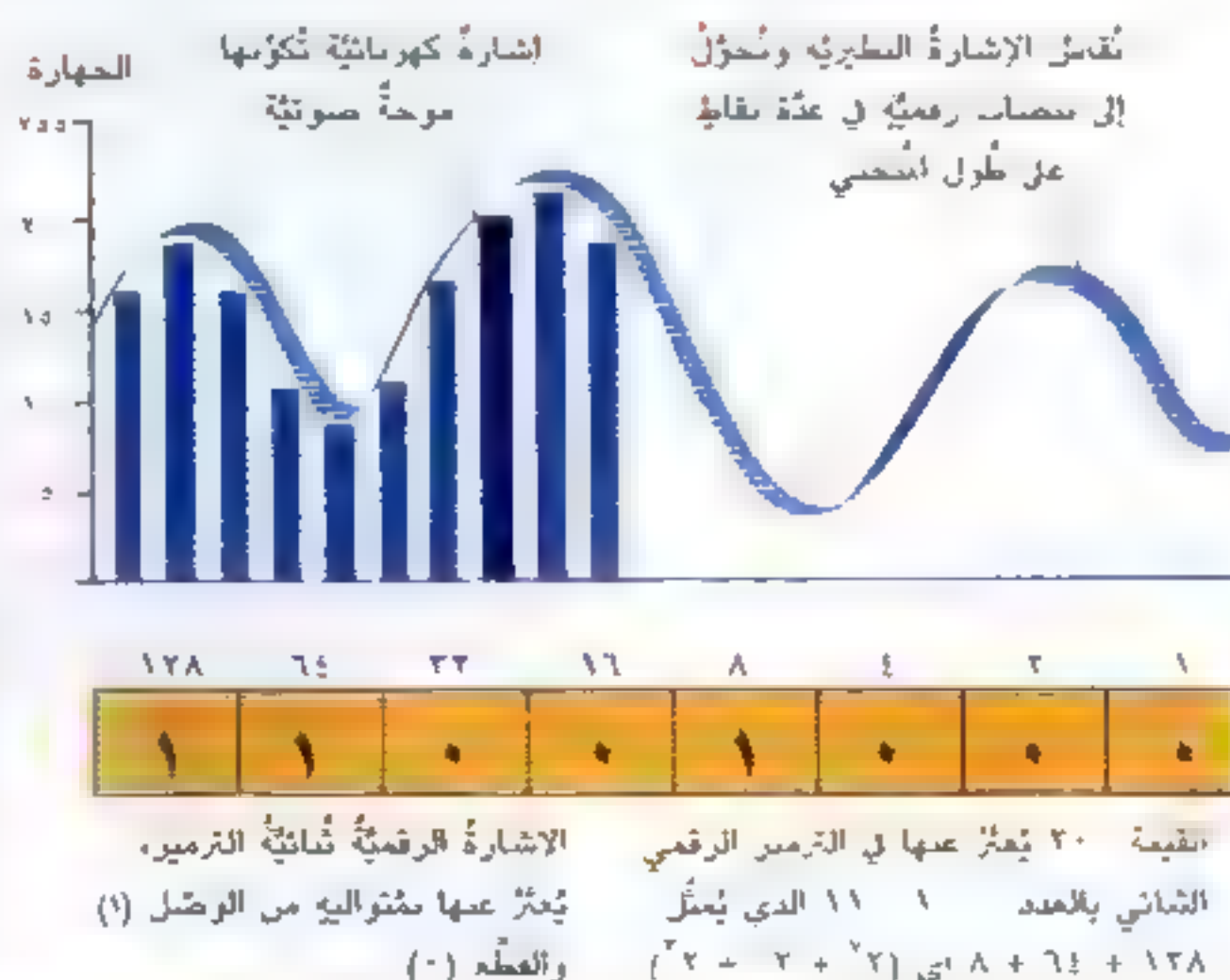
عندما تُدرج كرة إلى أحد الشقوق تحدث توصيلها تماثل بين التلامس المتريين. يندس يتصل أحدهما بقصبة موحدة صممه وهكذا فإنه عند مرور كرة إلى شق، يُوخّ ذلك الشق الإشارة المُسلّمة إلى إحدى بوابات - علم أن الدارة مبرّبة بحيث يُضيء دايود ذو اللون الصحيح في الشق اسمعير. إن مديدب القدرة إلى البواب المنطقية لا تظهر في الرسم أعلاه

## البوابات المنطقية

تُعمل البوابات المنطقية بإشارات رقمية - علمًا بوجود أو عدم فلتية موحدة صممه وتُبين جداول الصواب بتاح تبسيط الإشارات المنطقية على هذه البوابات. في جدول الصواب يُدَوّن وجود الإشارة بالرقم 1 وعدم وجودها بالصفر (0).

## من النظري (القياسي) إلى الرقمي

نستخدم دارات متكاملة مُضمّمة حصيصاً تحويل الإشارات الطبيعية، كالإشارة الصوتية، إلى شكل رقمي يمكن تخزينها في أسطوانة مُدْمَجَة (مرصوفة) مثلاً. وهذا يُكسب الصوت نوعية أفضل بكثير لأنه لا يشوه بالتصحيح ولا يُلْقِظ الأصوات الدخيلة كهس البلى في الأسطوانات المُسْحَلَة والإشارات الرقمية يُعدّ تحويلها عند الاستقبال أو الاستعادة إلى إشارات طبيعية (قياسية) هي، في الواقع، نسخ كهربائية بطيرة للصوت أو الرؤية أو لإشارات أخرى، فتتغير باستمرار. أما الإشارات الرقمية فتتألف من نصات بسيطة من الوصل والقطع

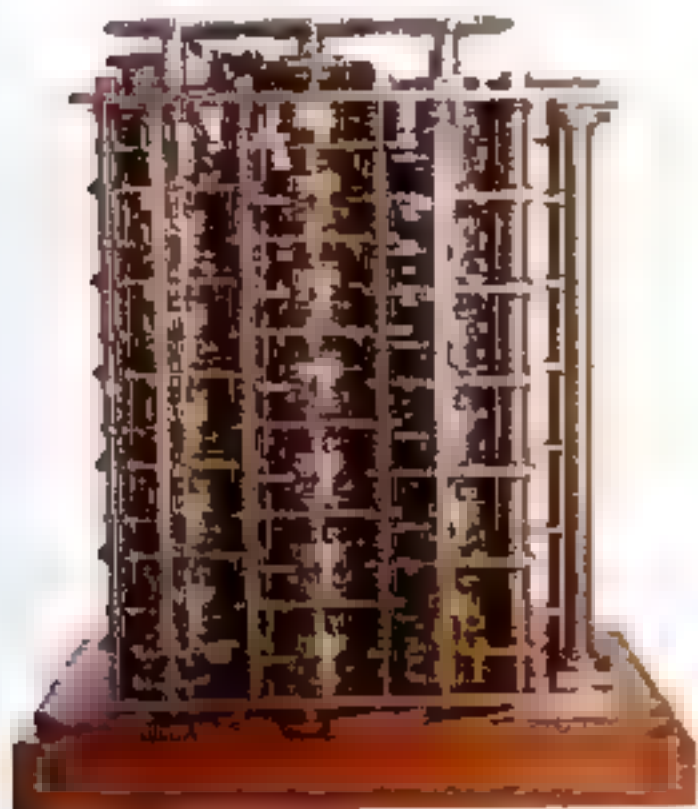


### لمزيد من المعلومات أنظر

- مُقَوِّمات إلكترونية ص ١٦٨
- الحاسبات ص ١٧٢
- تسجيل الصوت ص ١٨٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠



# الحاسبات



## مكة الفرق

هذه الحاسبة البدائية المُعقَّدة كانت أولى الحاسبات التي صممها شارل باباج، وهي أكثر من ٢٠٠٠ قطعة مُحرَّكة

## شارل باباج

في مطلع الثلاثينيات من القرن التاسع عشر، صمم البريطاني الإنكليزي شارل باباج (١٧٢٩-١٨٧١) حاسبة ميكانيكية تُسمَّى «المكة



التحليلية». وكان مُفَرَّق لها أن يحوي محركاً أو دكرة، للأرقام، ووحدة حاسبة لإجراء العمليات الحسابية حسب التعليمات الواردة من وحدة التحكم، وكان من ضمن التصميم أن تُعدَّى المكنة بالتعليمات (الرامح) مُرَّةً كأنماذج من الثوب في بطاقات مُحرَّمة - بحيث تكون قابلة للبرمجة (على عكس مكبات عُزَّو)، كما هي الحال في الحواسيب الحديثة التي أَعتمدت أساساً هذه الأفكار. لقد كُرس باباج جُدة سنوات من حياته وأفق الكثير من ثروته على هذه المكنة التي لم تَر الشور

الطلبية الحصر العازلة  
في المسالك الحاسبة  
التي تصل عُقُومَات الدارة

تلامس مفلائية  
تتصل عند ضغط  
أرداء لويخة المفاتيح.

## النظام الثاني

يمثل العدد العشري ٢٥ مثلاً، في النظام الثاني به ١١٠٠١ أي ١ × ١٠٠٠ + ١ × ١٠٠ + ٠ × ١٠ + ٠ × ١ + ١ × ١. وقد يبدو هذا مُعقَّداً، لكنه من أشهر حُدُود الحسبة يمثل وُجُوهه كُلٌّ من العصر ١٠٠٠ أو الواحد ١٠٠ كعدم أو وجود قطعة كهربائية. والحسبة شروع ما نحول العدد الثاني المحسوس آتاً إلى عدد عشري يظهر على إظهار العُرض.

الدخل  
(لويخة  
المفاتيح)

يحتوي الحاسبة الإلكترونية الحديثة هي أغجوبة التَّقانة في تصغير الحجم، إذ إنَّ قُدرة الحاسبة تفوق مِليء عُزَّة من المُعَدَّات الحاسبة الإلكترونية الأولى. وهي، في الواقع، حاسوب مُختصُّ بالعمليات الحاسبة يُعطيك ناتج الحسبة تَوَّاً حال رَفْعك الضغط على الزر الأخير - جَمْعاً أو طرْحاً أو ضرباً أو قِسْماً. ولا يقتصر عمل الحاسبات اليوم على العمليات الأساسية فهي تحوي مفاتيح لمعالجة الدوال الرياضية وحل العمليات المُعقَّدة أوتوماتياً. ويُمكن برمجة بعض الحاسبات للقيام بعمليات حاسبة مُعيَّنة.

## حاسوب الأعداد

بعض الناس يستخدمون أصابعهم للعد والحساب، ولعل هذا هو سبب اعتمادنا لنظام العشري أساساً لحسابنا. نستخدم نظام العد العشري الأرقام عشرة من ٠ (صفر) إلى ٩ (تسعة). أم الحاسبات الإلكترونية الحديثة فنستخدم نظام العد الثاني ذا الرقمين ٠ (صفر) و ١ (واحد). ذلك لأن الدارات الإلكترونية المُصمَّمة لتعرف مُستويين اشاريين فقط مُثلان الصفر (٠) والواحد (١). هي نسط وأكثر موثوقته من الدارات المُصمَّمة لتعرف مُستويات عشر إشارات

واصل شريطي من لويحة  
المسح ولويحة الدارة

لويحة دارة مطبوعة

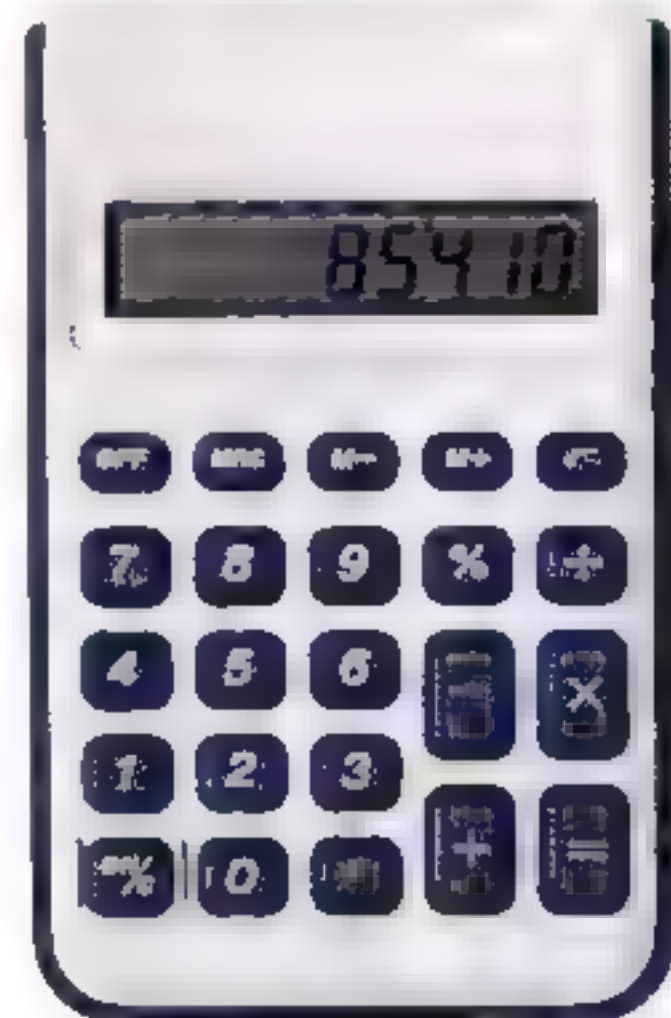
الطلبية الحصر العازلة  
في المسالك الحاسبة  
التي تصل عُقُومَات الدارة

تلامس مفلائية  
تتصل عند ضغط  
أرداء لويخة المفاتيح.

## النظام الثاني

يحتوي الحاسبة الإلكترونية الحديثة هي أغجوبة التَّقانة في تصغير الحجم، إذ إنَّ قُدرة الحاسبة تفوق مِليء عُزَّة من المُعَدَّات الحاسبة الإلكترونية الأولى. وهي، في الواقع، حاسوب مُختصُّ بالعمليات الحاسبة يُعطيك ناتج الحسبة تَوَّاً حال رَفْعك الضغط على الزر الأخير - جَمْعاً أو طرْحاً أو ضرباً أو قِسْماً. ولا يقتصر عمل الحاسبات اليوم على العمليات الأساسية فهي تحوي مفاتيح لمعالجة الدوال الرياضية وحل العمليات المُعقَّدة أوتوماتياً. ويُمكن برمجة بعض الحاسبات للقيام بعمليات حاسبة مُعيَّنة.

الدخل  
(لويخة  
المفاتيح)



## حاسبة الجيب

حاسبة الجيب، أعلاه، تحوي ذاكرة إضافية للتحسين لأعداد التي يُخزَّن بها في حاسبه لاحقاً. كما يُمكنها إيجاد الجذر التربيعي للأعداد، والنسب المئوية لبرهان

العُرض الزمعي

درة مُستقلة

مُكثف

بر مرشور

مقاوم

مُكثف  
لامداد  
الوئيسي

الحزج (عُرض  
رقمي)

وحدة مُعالِج  
مُركبة (مع ذاكرة)

## رُقاقة الحاسبة

تحتوي حاسبة الجيب الحديثة رُقاقة واحدة تضم جميع الدارات المُعقَّدة اللازمة لإجراء العمليات الحاسبة وفي داخل الرُقاقة وحدة مُعالِج مُركبة تتحكم في جميع العمليات وتستخدم ذاكرة إلكترونية لتخزين الأعداد المُستعملة في الحسابات والنتائج المعروضة.



## لزيب من المعلومات أنظر

- العلماء - كيف وماذا يعملون! ص ١٤
- لحلاب وانظاريات ص ١٥٠
- مُتَوَمَّات الكروبي ص ١٦٨
- الدارات المُتكاملة ص ١٧٠
- الحواسيب ص ١٧٣
- حقائق ومعلومات ص ٤١٠



# الحواسيب

تستطيع الحواسيب مساعدتك في كتابة الرسائل ورسم الصور والسُّلوى بالألعاب وإجراء العمليات الحسابية بسرعة، وفي القيام بمهام عديدة أخرى. فقد يلزمك مثلاً، ساعاتٍ لحساب وتدوين جدول ضرب العدد ١٢ حتى ٣٠٠٠ ضرب ١٢؛ لكن الحاسوب يستطيع إنجاز ذلك في جدول أنيق الطباعة خالٍ من الأخطاء ضمن دقائق معدودات. يتناول الحاسوب النصوص المختلفة بتخزينها رموزاً تمثل حروف الأبجدية والفُسحات وعلامات الترقيم؛ واستخدام الحاسوب في كتابة النصوص وتحريرها يُسمَّى معالجة الكلمات. ويساعد الحاسوب أيضاً في إنتاج المخططات والرُّسوم البيانية دون الحاجة إلى ورق وأقلام. وفي أعمال الشرِّ الصِّديّ يجمع الحاسوب الكلمات والصور لإنتاج الجرائد والكتب والمجلات في المكتب. فيتأخذ البرامج والمُعدَّات (العتاد) الحاسوبية الملازمة يُمكنك القيام بجميع هذه الأشياء وكثير غيرها.

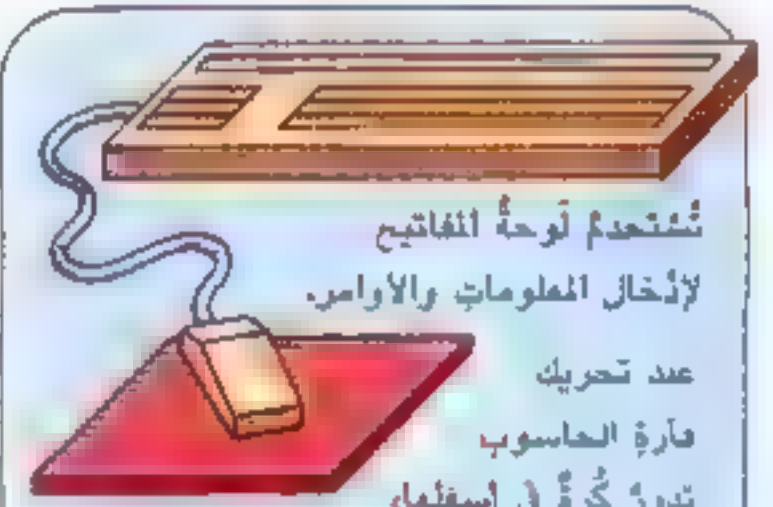


الحاسوب المُصغَّر

الحاسوب المُصغَّر الحصري يُمكنك العمل من الغفل أثناء السُّفر. بعض هذه الحواسيب يخزن المعلومات في ذاكرة مُدَّارة القدرة بينما يُخزَّن بعضها لآخر لمعلومات في وحدة تخزين فُرصية.

## الحاسوب البيئي

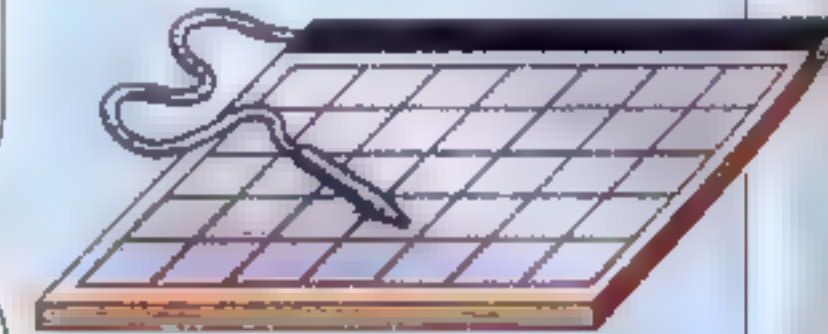
الحاسوب المُمرَّب المُعدَّ حَقْدَ سائظ لإدخال البيانات (المعلومات) والبرامج. وفي داخله دارات إلكترونية تقوم بالعمليات وتُربِلُ النتائج إلى نايظ المُخرَج. ويُعدى الحاسوب بالبرامج المُسجَّلة على أشرطة مغناطيسية أو أقراص مباشرة أو باستطاقها في وَحدة خاصة، كما تُمكن بعضه بالمعلومات باستخدام لوحة مفاتيح أو أي سبلة إدخال أخرى. أما خُرج الحاسوب فهو عادةً على شكل كلمات أو أرقام أو صور تُعرض على شاشة أو تُظَلَع على وَرَق أو تُبَثَّت أصوفاً عبر المُخبر ويمكن تخزين هذا الخُرج على شريط أو قرص.



تُستخدم لوحة المفاتيح لإدخال المعلومات والأوامر.

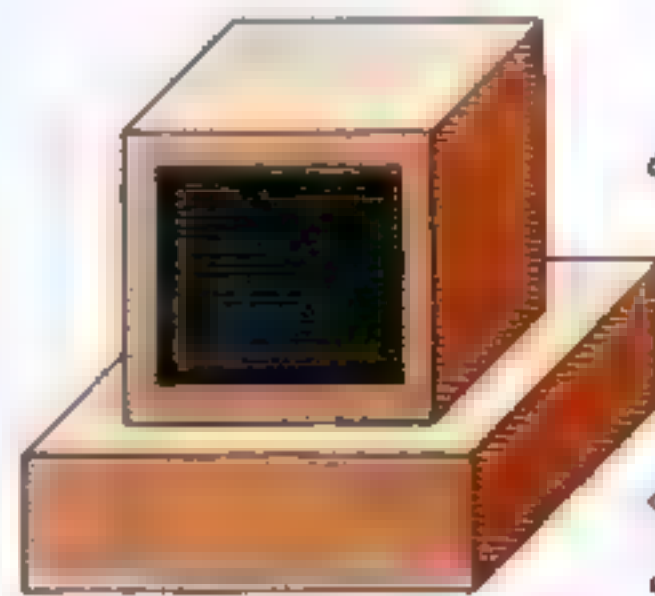
عد تحريك فأرة الحاسوب تدور كُرَّة في أسفلها.

ويتحوَّل دُورائها إلى إشارات إلكترونية تحرك فُؤشراً على الشاشة.



عد خُز المرقم على لوحة المخططات، تتحوَّل الحركات إلى إشارات كهربائية، تجمع الحاسوب بُحايها لخطوط على الشاشة.

في مُعازسة بعض الألعاب الحاسوبية تُستخدم أذرع تحكم لوجيه المركبات حول لشاشة.



التحرير

تُكثِّث الصفحة من المعلومات والتعليمات التي ساولها الحاسوب لاند لها من تحرير. والتعليمات التي يولف المرمج تُخزَّن عادة كصا على أشرطة مغناطيسية أو أقراص؛ فعندى هذه التعليمات إلى الحاسوب وتُخزَّن مؤقتاً في رقائق الذاكرة. وهاك رقائق أخرى في الحاسوب تُخزَّن التعليمات على الدوام - كص بعض الرسائل - في تعرض على الشاشة لتلي المُستَخدم ماذا يفعل تالفاً. وكثيراً ما تُستخدم الأشرطة المغناطيسية والأقراص أيضاً لتحرير ما أُخبر من أعمال على الحاسوب.

## بناظ الإدخال

الحواسيب المتعددة الأغراض لها لوحة مفاتيح تضم جميع حروف وأرقام الآلة الكاتبة، بالإضافة إلى بضعة مفاتيح أخرى. وتُستخدم لوحة المفاتيح في تغذية الحاسوب بالكلمات والأرقام، كما أنص في طاعة لوحات وفي حرك بلاعب أو الأشياء. وهذا على شاشة في اللعب. لكن هذه سائظ إدخال أخرى قد يكون أحداً كثر هذه، سرع التحكم مثلاً أفضل من لوحة المفاتيح في لوجيه الأشياء. فمُحرَّكة في الألعاب؛ كما أن فأرة الحاسوب يمكن تحريكها على اهدولة تحريك فُؤشراً على شاشة ويمكن استخدام فأرة الحاسوب أيضاً في رسم الصور، لكن لوحة المخططات أسرع استعمالاً في ذلك. والعلامات الحاسوبية يمكن إدخالها بلوحة مفاتيح كما لآلة الكاتبة، لكن من الأسر والأفضل استخدام لوحة مفاتيح موسيقية مُصممة خصيصاً لهذا الغرض.



تعرض الشاشة ما يُجربه الحاسوب. وقد تُبث الرسائل عرهما م يصمي عليك عمله ثانية، أو تُحدِّث من بعض مشاكل.



الكثير من الطابعات تُشكِّلُ حروفاً وضوفاً باستخدام مجموعات من لفظ.



المُودم (المُستخلص)

يُحوِّل إشارات الحاسوب بحيث يمكن تالفاها بالخطوط التلفونية بين الحواسيب.

تُبرمج الروبوتات للقيام بتجميع السيارات وفي أعمال صناعية أخرى.

## بناظ الإخراج

يُمكنك عادة مُشاهدة عمل الحاسوب بِمُرافقة شاشته، كما يُمكنك الحصول على تسجيل دائم له في نسخة مطبوعة، بإرسال المعلومات في الحاسوب إلى الطابعة. أحياناً يُعدَّى خُرج الحاسوب إلى حاسوب آخر عبر خط تلفوني باستخدام المُودم (المُستخلص) ويمكن الحاسوب أيضاً نقل لوجيهتها إلى الروبوتات لتحريك حسب رعب.



مُخزَّن الرقائق يمكن استخدام البرامج الكاسيتات في تخزين البرامج والمُعطيات. الأقراص المرنة أسرع عملاً من الكاسيتات الشريطية. تستطيع الأسطوانة المُدَّخنة الواحد، دات الذاكرة القرائنية فقط، تحرير كُفَّة صحفة من المعلومات كُفَّة محتويات عدة كُفَّة مثلاً.



## العتاد والبرامجيات

نحتاج الحاسوب إلى معدات (عتاد مادي) وأطقم معلومات وبيانات (برامجيات)، بالإضافة إلى برامج تُنظم تشغيلها، كي يتجوز أعمالاً مُعقدة. يتعامل الحاسوب بالمعلومات والتعليمات على شكل إشارات إلكترونية تمثل أحد وأصغر النظام الثاني. إن كفاءة البرامج على هذا الشكل تسعف وقت طولها، بد تحري كفاءتها بعبارة برمجة خاصة تُشبه الإنكليزية نوعاً. وهذه اللغات تتحول أونوماً إلى شكل يفهمه الحاسوب.

## الحاسوب

الحاسوب الشخصي صندوق يحوي الوحد الإلكتروني الرئيسي، ومُجهز بمقاس موصل واحد الإمداد وبوحدة المصاح والمؤلف ولقائه و جهزو أخرى تُركت وحدث لأقاص (مستطاة مؤلف) عادة داخل الصندوق لكن جهزو يُرؤد على مقاس لتوصل مؤلفات أخرى.

توجد هذه المقاليد (مفاتيح) الخفوت تحت لوحة المفاتيح.

## لوحة المفاتيح

لوحة المفاتيح تضم الكثير من مفاتيح الصمطة الأربعة مؤشرون بالحروف وزمور أخرى ولدي يحدث عند كس مفاتيح مُعَيَّن منها يتوقف على كسها برمجة الحاسوب. فقد تعرض صمطة المفاتيح حرق يحدث على الشاشة، أو تحرك شخصه في إحدى ألعاب المُغامرة، بأتجاو مُعَيَّن.

## الحواسيب

١٦٤٢ ميلر بشكال (١٦٢٣-١٦٦٤) بينكره لكمة حاسبة ميكانيكية  
١٨١٥ جويرف حابر (١٧٥٢-١٨٣٤) مصحح بولاً أونوماً نُصطُ أمداً نُوش بطاقب مُتَمِه وقد أستُخدم مثلاً هذه الصمطة في الحواسيب لاحقاً.  
١٨٣٣ شارل آيابهج يُصمّم للكمة التحليلية أول حاسوب عام الأعرهين قابل للبرمجة.  
١٨٩١ جيمس هوللرث (١٨٦٥-١٩٢٩) يُصمّم نظام البطاقات المُتَمِه، مُسرّع إحصاء السكان في الولايات المتحدة الأمريكية ثلاث المرات  
١٩٤٦ المهندسون في نوابات المتحدة يصنعون أول حاسوب إلكتروني رقمي  
١٩٥١ فريق المهندسين دانه يُصمّمون بينك ١ - أول حاسوب نُصنّع على بطاقب واسع ضرورة صغريه بدرجة مُتَمِهة

## المراقب

المراقب أو وُحدة لعرض المرفق، هو عادة وُحدة مُتصلة برنطها كلاً بالحاسوب تُصمّم مراقب الحواسيب بحث يعطي صوراً عامة الموعة - مُرأ ما على الشاشة فيها دون جهد تُصر بعض الحواسيب على اتصال دائم بمراقب

## المراقبة التوليفية

الحواسيب الرخيصة تحوي مُصمّم يُحوّل إشارات الحاسوب إلى إشارات شبيهة بالإشارات التي تحوّل البرامج التلفزيونية. وهذا يُمكن من مُوالة هذه الإشارات وعرضها على جهاز تلفزيوني عادي عبر أن بوعنه الصور لا تُبهي بك التي تُوفرها لمرفق مُصمّم بالحاسوب وقد سُمِر قراءه بكميات عنها

الخزّج على الشاشة أو الشاشة

وُقافة ذاكرة لوصول العشوائتي

الادخال عن طريق لوحة المفاتيح

وُقافة ذاكرة لقراءة فقط

## وُحدة المُعالجة المركزية

وُحدة المُعالجة المركزية هي مُركّز عمليات الحاسوب وتُت من أعداد كبيرة من الذرات الإلكترونية المُتَمِه في زفاده وُحدة تُسمى المُعالج الصغري. سقى هذه وُحدة تُعطى من وُحة المفاتيح ومن ذاكرة لمرء فقط، كما من ذاكرة الوصول العشوائتي. وتُمكن أيضاً إرسال إبيات أو مُعطيات لمُحريين في ذاكرة الوصول العشوائتي، وإرسال إبيات إلى مُعرقب (وأي سائط الخزّج الأخرى)

## المريد من المعلومات بطرق

العلماء كيف ومدا معمولاً ص ١٤  
المعطية ص ١٥٤  
المُفْرَبون ص ١٦٦  
الذرات المُكَمَة ص ١٧٠  
الحاسبات ص ١٧٢  
استخدام الحواسيب ص ١٧٥  
حدثن ومعلومات ص ٤١٠

## ذاكرات الحاسوب

مُحَرّن وُقائف ذاكرة لقراءة فقط لمعلومات تُبي بحاسنها الحاسوب على اليوم، ويتوقف وُقائف أخرى ذاكرة الوصول العشوائتي، ذاكرة القراءة فقط تُشبه الكتاب يُسقى منها الحاسوب المعلومات، ولا تُصَف إبيات فيها ذاكرة الوصول العشوائتي تُشبه المُفكره بخرن منها الحاسوب معمولاً يستطيع أستخدامها أو بعيرها عند الحاجة؛ لكن هذه المعلومات تُفقد عند وُفب الحاسوب، والأقراص أيضاً بَاطة تخزين؛ وتُستخدم الفرنة منها في نقل المعلومات بين الحواسيب



# استخدام الحواسيب

الحواسيب النيتية، في معظمها، ذات برامج متعددة، فيمكن استخدامها بطرق مختلفة في الألعاب الحاسوبية مثلاً، أو في معالجة الكلمات لكن الكثير من الحواسيب هي مكنات مكرسة تختص بعمل واحد فقط، وتختلف شكلاً عن سواها. فممكنة صرف النقد في المصارف مثلاً، تستخدم التقنية الحاسوبية لتدقيق حسابات الزبائن وتمكنهم من سحب النقود. والممكنة المصرفية هذه هي مطراف حاسوبي متصل بحاسوب المصرف المركزي حيث تُخزن تفاصيل حسابات الزبائن.

وتستخدم الحواسيب المتخصصة أيضاً في التحكم بالعمليات الصناعية وأنظمة النقل، أو في محاكاة أوضاع الحياة الواقعية (كقيادة الطائرات مثلاً) لأغراض البحث والتدريب.

## المحاكاة

نشرت لتتروا للصباح خراف في فده بصريات جديدة المعقدة، حتى قل أن تركوا طائرة حقيقي وذلك بفضل مركبة المحاكاة المتحكم بها حاسوبياً فالحاسوب يجعل مركبة المحاكاة تستجيب لمختلف تناورات كما لطائرة الحقيقة، من تحريك وميل في مختلف الاتجاهات وعرض بوحدة التحكم قراءات وارتفاعاً واقعية لقياسات كالارتفاع والسرعة ومقدار الوقود المتبقي في كل خزان



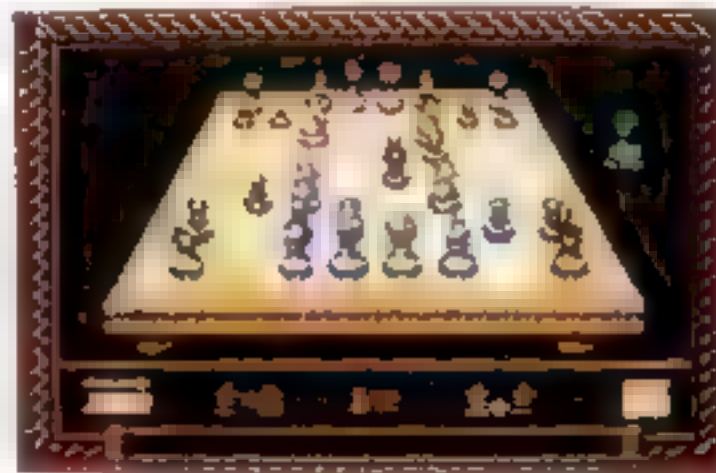
## نوافذ «حقيقية»

تستخدم مخططات الرسوم الحاسوبية لخلق مناظر واقعية، في نوافذ جهاز محاكاة الطيران، تتميز تماماً كما تتميز المشاهد حادثة في طائرة سائرة وهذا أمر بالغ الأهمية لإعطاء الطيار التدريب وفقاً لحالة ما يشعر به قائد طائرة حقيقية

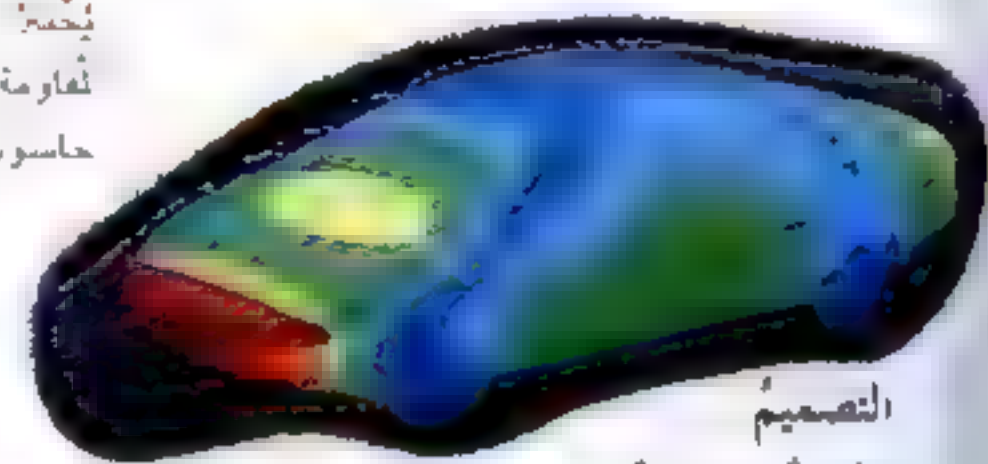
لطيرون اشترتون شعلون بكاف القوى والمندع كما لو أنهم في طائرة حقيقية لأن أجهزة التحكم في مقصورة القيادة تشعركم كاس صحنمة بعيداً بأمركة كاي طائرة

## ذكاء الحواسيب

هل الحواسيب ذكية؟ بعض حواسيب شطرنج تستطيع لعب على معظم الناس لأن ذاكرتها الإلكترونية تسعة سمح بها بأحساب جميع التحركات المحتملة مسبقاً. والعلماء غير متفقين إن كان هذا ذكاء أم لا. والمشكلة الرئيسية هي عدم توانقهم على ماهية الذكاء. والمفظة الجوهرية هي أن الحواسيب لا تفهم ما تقوم به!



يُختبر تصميم الطائرة هذا لقائمة الهواء باستخدام حاسوب كراي-الفايو



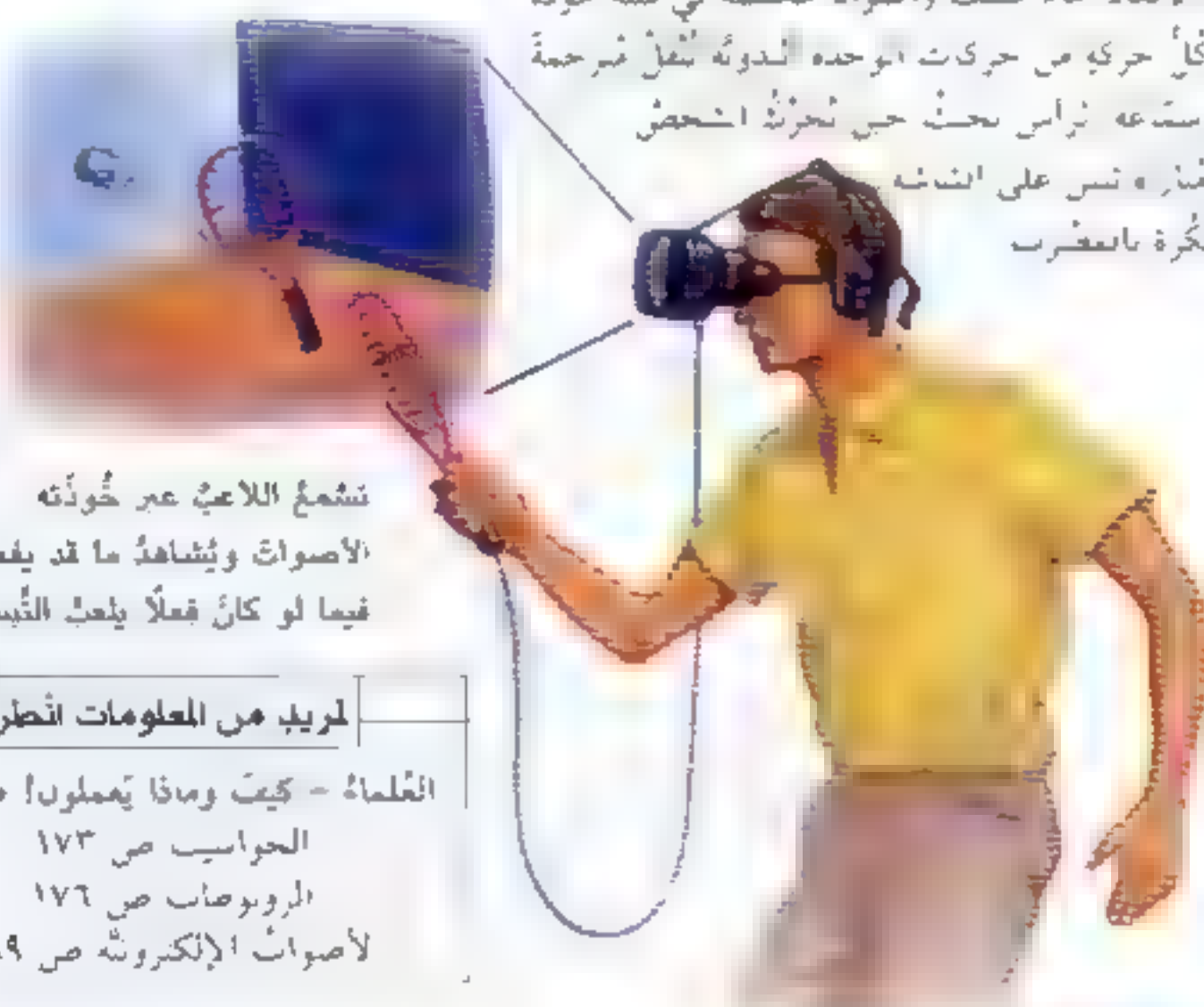
## التصميم

### لصمان حاسوبياً

طريقة لتصميم الأشياء باستخدام مخططات الرسم حاسوبية، فتعدى المعلومات كاملة إلى الحاسوب الذي تعرض مخطط شيء الحاسوب على الشاشة ثم تعدى حاسوب نظروف شعيل محسنة لاجدر تصميم مسجلة بذلك اجراء التصميم اركيكة، ونجوى الحسبات عنها

## الواقع المنوهم

وسمه للانمعال في عالم موهوم يحته لك الحاسوت كواقع فتخلو بحسوت صور ثلاثة الأبعاد امامك واصوات متحمة في شبه خوده تصل بوحدة بدونه وتخل حركي من حركات الوحدة الدوة نقل فريحة في مجموعة السطار وسدعه لراس بحث حين تحركه اخفض دراعه يبدو كانه يلعب فزاره نس على الشاشة حتى انه يسمع حظه الكرة بالعبط



تسمع اللاعب عبر حودته الاصوات ويشاهد ما قد يفعل فيما لو كان فعلاً يلعب التيس.

## لريد من المعلومات انظر

- العلماء - كيف وماذا يعملون! ص ١٤
- الحواسيب ص ١٧٣
- الروبوتات ص ١٧٦
- لأصوات الإلكترونية ص ١٨٩



## الآن تورينغ

اسمه عالم لرد صيات البريطاني الان تورينغ (١٩١٢ - ١٩٥٤) شكل رئيسي في وضع اسطرات المستخدمة في الحوسبة الحديثة وقد ساعد في تطوير سائط للإلكترونية وأفكار التي تستخدم في فك رموز لرسائل اسرية لألمانية خلال الحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ - ١٩٤٥) وكان أول من أشار إلى مكنيات «الذكاء» في الحوسبة



# الرُّبُوطَات

معظم الروبوتات التي نشاهدها في الأفلام تُشبه البشر إلى حدٍّ - فهي تمشي وتكلم وتعالج ما قد يعترضها من مشاكل. الحقيقة أن معظم الروبوتات لا تُشبهها، وأكثرها يتواجد في المصانع. وروبوت المصانع في الغالب أحادي الذراع غديم الرُخْلين، ويتولّى مُهمّة واحدة فقط. تتحكّم الحواسيب في روبوتات الصناعة عبر التعليمات المُحتزنة في ذاكرتها الإلكترونية. ولعلّ السبيل الأفضل لتسجيل الحركات والتعليمات المطلوبة للشُعلة إيكالُ عاملٍ بشريٍّ ماهِرٍ بأداء المُهمّة أولاً. فيُخزّن ما يقوم به العامل من حركات كإشارات إلكترونية يعمل الحاسوب على جعل الروبوت يُحاكيها بدقة. والروبوتات المختلفة تؤدّي مهامَّ مختلفة كقفل البضائع واللحام وأسكشاف الكواكب.



## الروبوت في الحكايات

في فيلم "حرب النجوم" روبوتات لنسة البشر نوعاً فاحشاً اسمي ٣٧ بي (أو بسيفغ بي) ضل ثلاثة ملاس حذره فحلفه، وروبوت ٢٢ دي ٢٢ نجيد أصبح اسم المصنعة والروبوتات الخمسة سبب صعد على حد المد من معدناتها بكن منها، حذره ما سكة ساء بالرحلات بسيفه، وأخر بسيفه حر، بعض لصلحات استخذته



## التغذية المرتدة

لأجسام أشبه التحطم قد تتحكم في بعض كاس الروبوت عند انصافها، فعمل محث تضغط، عبر سارة مُرَبَّدة التي دارة استحكم، على تحديد مقدار شدّة بلاغ المنصص يوقد ووقف ن تصادف في تضغط المنصص منها

كشاش

الحقبة بعد الفحص

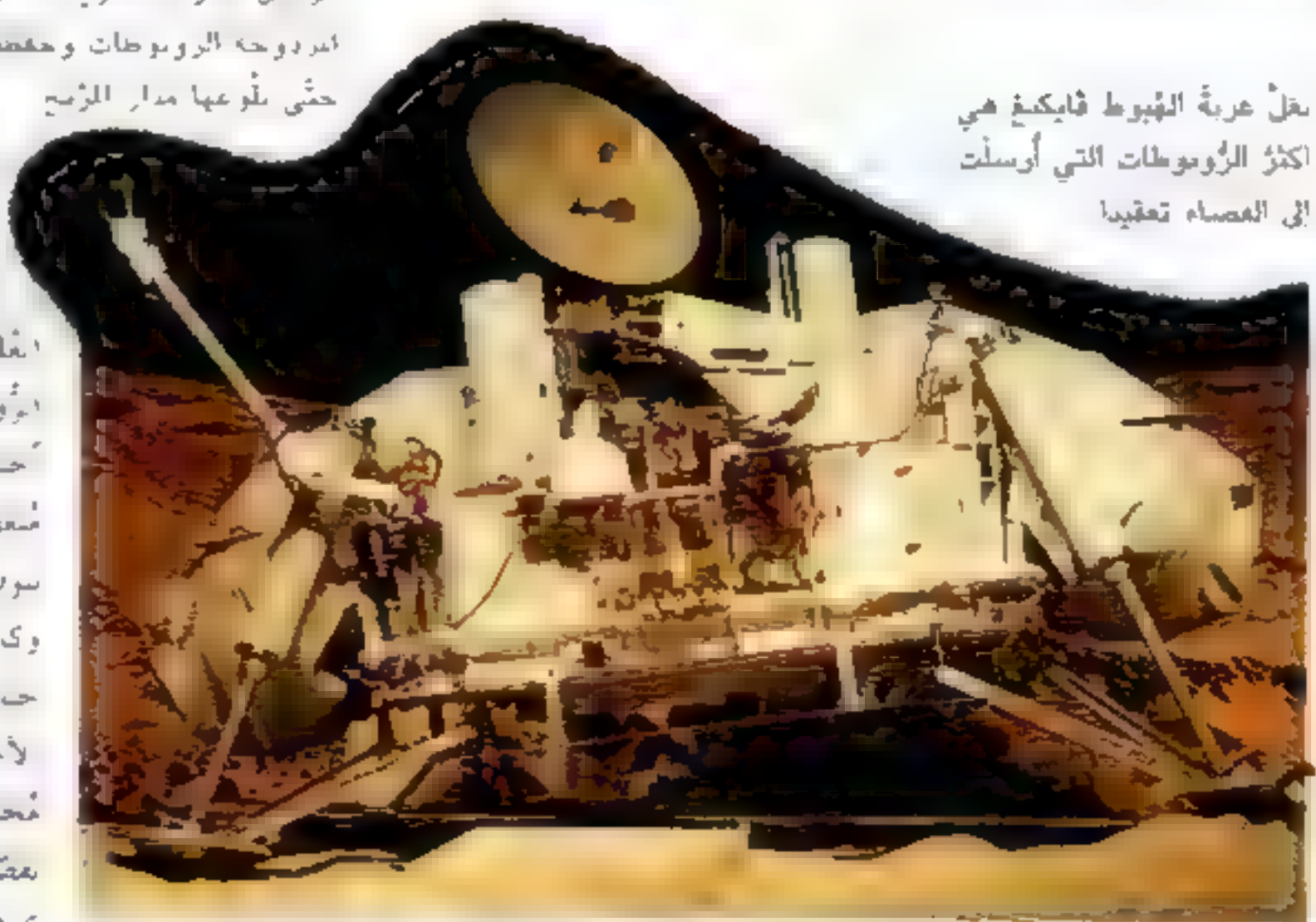
صورة كشاف

ربطه تمكّن من الحركة فوق ارض ومرة

دأف مشروع فايكنغ الى كوكب المريخ من ممرات المعرّة المدارية جعلت عربة الهبوط اندرجة الروبوتات وحفظتها حتى بلوغها مدار المريخ

## بعثة إلى المريخ

حفظ على سطح المريخ عام ١٩٧٦ عربة فايكنغ المردوحة لروبوتات في نطاق مقصى انقلع لواءه نجده في المريخ الروبوتات عرفا شرب والحرب حاراب المكلف عن وُخود مُعضلات حتّاه، مُنحدر من مُحجراً سوبوحت أعد حصصها بعد العرض وكسب استخ سنية بكن رُتْما نوحذ حاة في موقع حر من حد الكوكب الأحمر، وعلى بكون ناشكال مُحمّلة عق بعرفه روبوت فايكنغ بعضه فقط احده انصونه كمناء، كما بعرفها على الأرض



بقل عربة الهبوط فايكنغ هي أكثر الروبوتات التي أوصلت الى الفضاء تعقيداً

## التخلص من القنابل

يستطيع خربء لتخلص من القنابل شخص لائب المشوهد بأمن، بفضل هذا روبوت الشحرك فك مبررات سلفه بسيفه حاره ترسل بهم، وهم على نعيد مامون، صورة شعاعه بالأحدم المشه بها ومحمول بها وروبوت محفّر بأمو كشافه بحصول على ضرر وصحة بيلا ويستخدم الكاشف سعادتي سحكهم، في طرف يدرع معدن، لا يخطأ الأحدم نفسه بها وأعدادها

هوائي الانصص مع حدير القنابل



## الروبوتات الصناعية

يعوم روبوتات سحاء لأحراء امعدب في مصنع لسيارات، في حين يعوم غيره برش هيكلي لسارت بالمدن فالروبوتات لا تصقل درعاً بأداء الوظيفة نفسها يومياً، كما ستر وهي بسيفغ موصيه العمل دور كمن او يوقف لمراب أصول

## المزيد من المعلومات انظر

- لكرتون ص ٤٠
- احواب ص ١٧٣
- لمريخ ص ٢٨٩
- استورز لقصصية ص ٣٠١



# الصَّوْتُ والضَّوُّ

الصَّوْتُ والضَّوُّ مُتَمَاثِلَانِ فِي بَعْضِ خَوَاصِّهِمَا وَمُخْتَلِفَانِ فِي حَوَاصِّ أُخْرَى. فَلْأَصْوَاتُ الَّتِي نَسْمَعُهَا وَالْمَشَاهِدُ الَّتِي نَرَاهَا تَصِلُنَا كطَاقَةٍ صَوْتِيَّةٍ أَوْ صَوْنِيَّةٍ عَلَى شَكْلِ تَمْوَحَاتٍ تَخْتَلِفُ نَوْعًا وَتَرَدُّدًا. طَاقَةُ الصَّوِّ مِنَ الشَّمْسِ تُدْفِئُ الْأَرْضَ وَتُسَمِّرُ بِيَاضَ الْجِلْدِ وَتَنْمِي الزَّرْعَ وَطَاقَةُ الصَّوْتِ تُذَبِّبُ الْأَشْيَاءَ بِرِقَّةِ الْعَمِّ أَوْ تَهْرُهَا بِعُصْفٍ قَدْ يُحْطَمُ زُجَاجُ الْمَبَانِي فِي دَوِيٍّ أَخْتَرَاكِ نَفَاثَةَ جِدَارِ الصَّوْتِ! لَكِنَّ الصَّوْتَ لَا يَنْتَقِلُ إِلَّا فِي الْمَادَّةِ، غَازِيَّةً أَوْ سَائِلَةً أَوْ جَامِدةً، فِي حِينٍ يَنْتَقِلُ الصَّوُّ فِي الْمَوَادِّ الشَّفَّافَةِ كَمَا فِي الْفَرَاغِ فَتَحْنُ نَرَى النُّجُومَ السَّحِيقَةَ الْبَعْدَ بِالنُّورِ الصَّادِرِ مِنْهَا قَبْلَ آلَافِ السِّنِّ.



## الصُّورُ الصَوْتِيَّةُ

يَجْمَعُ الْكَامِرَاتُ الصَّوْءَ لِكَيْ تَصَوِّرَ عَلَى الْفِلْمِ عَلَى شَاشَةِ التِّلْكَوَيْتِ وَالصَّوْتُ قَدْ رُفِعَ عَلَى كَبُورٍ قُصُورٍ بَعْضُهَا مِثْلًا صَوْرَةً حَسَنَةً فِي رَحِمِ امْرَأَةٍ بِالْأَصْدَى صَوْنِيَّةٍ هَذِهِ لَأَصْدَاءُ لَصَوْنِيَّةٍ نَحْنُ نَسْمَعُهَا لَامُوحٌ قَوِيٌّ يَسْمَعُهُ بَعْضُهُ بِرَدِّدٍ حَذَا لِنَاءٍ عَمْدِهِ حَذَا الْآتَى فَتُخَلِّقُ الْأَصْدَاءَ حَسْبَ مَا يَحْفَظُ صَوْرَهُ لِنَقْتَلِبَ كُلَّ مَا نَرَى



تَلَوُّنُ الصُّورَةِ اصْصَاعِيًّا

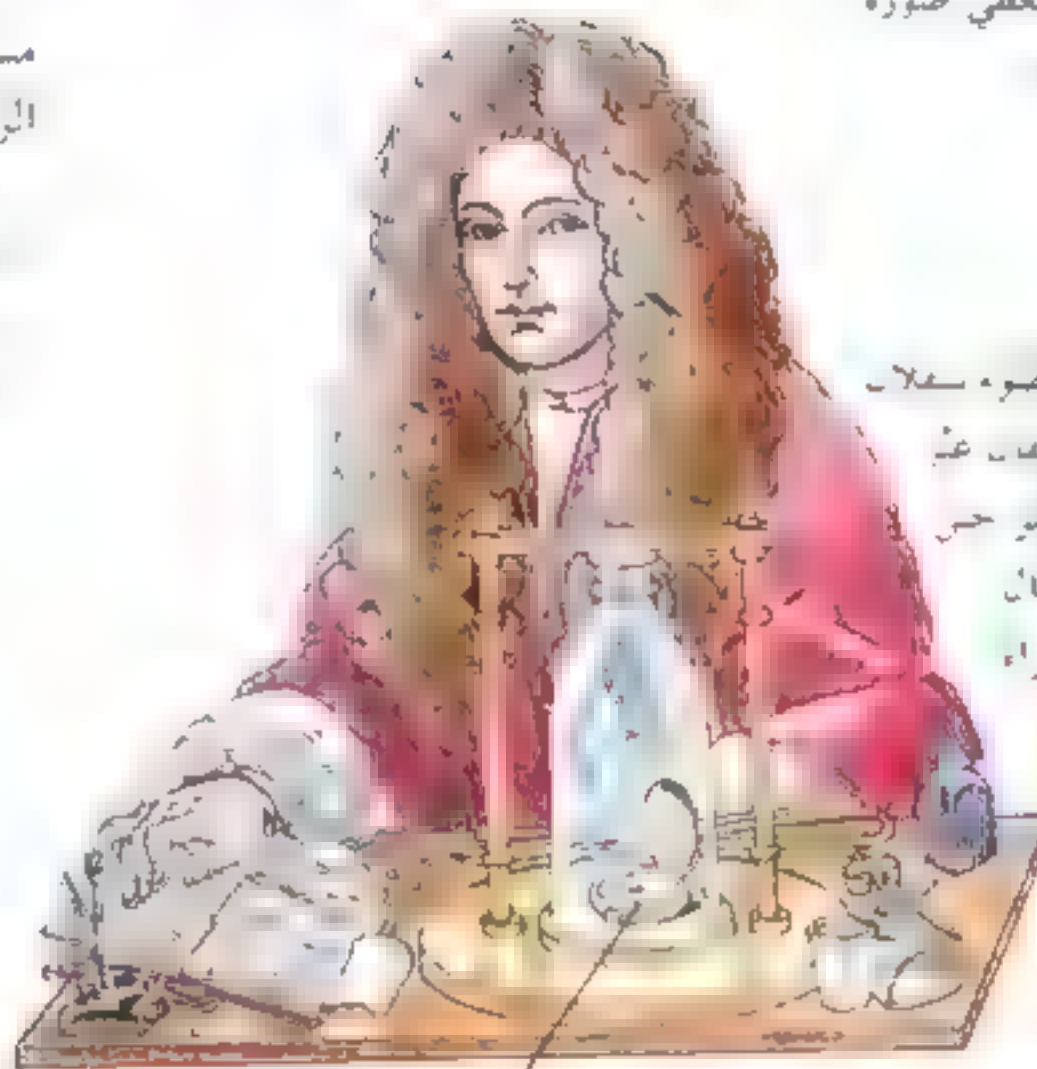
## الرَّعْدُ وَالْبَرْقُ

ضَرْبَةُ الصَّاعِقَةِ تَطْلُقُ كَمِّيَّاتَ

صَحْمَةٍ مِنَ الطَّاقَةِ الصَّوْنِيَّةِ وَالصَّوْتِ نَحْنُ نُمَكِّنُ سَمَاعَ هَرَسِهَا وَرَوِيَّةَ وَمَصْعِهَا مِنَ مَسَاهِدٍ بَعْدَ حَذَا وَنَحْنُ نَرَى الْبَرْقَ قَبْلَ سَمَاعِ الرَّعْدِ لِأَنَّ الصَّوْءَ أَسْرَعَ مِنَ الصَّوْتِ بِحَوَالِي مَلِيُونِ مَرَّةٍ فَتُشَاهَدُ بَرَقٌ بَعْدَ بَعْضَةِ أَجْرَةٍ مِنَ الْمَسِيرِ مِنَ الشَّيْءِ عَلَى خَدَوْنِهِ، لَكِنَّ قَدْ لَا نَسْمَعُ الرَّعْدَ إِلَّا بَعْدَ بَعْضِ ثَوَانٍ - عَلِمْنَا أَنَّهَا مُتَرَاوِجَةٌ لِحُدُوثِ

## الناقوس الصامت

كَانَ عِمْرُوقُ الْأَعْرَابِيِّ لِشَهْرٍ أَرْسَطُوهُ، بَعْدَ أَنْ كَلَّ النَّصُوبَ وَصَوَّءَ سَفَلًا عَمْرُوقَهُ. كَمَا لَأَمُوحٌ فِي لُحْرٍ وَأَتَمَّهَا بِأَلْفِي لَا يَسْتَعِينُ لَأَصْدَاءَ عَمْرُوقٍ وَمِنْ بَيْنِ أَحْبَادٍ بَصْرِيَّةٍ أَرْسَطُوهُ فَمَكَتْ كُلُّ عَمْرُوقٍ سَمَاعَ عَمْرُوقٍ حَتَّى يَمَكُنُ مَعْمَدَةً مِنْ حُدُوثِ فَرَجٍ كَمَلٍ وَنَحْنُ نَرَى لِشَهْرٍ فِي هَذَا الْمَحَالِّ حَرَّهَا بَعْدَ الْإِسْرَافِيِّ، رُؤُوسُ ثَوَانٍ، عَامَ ١٦٥٨ قَدْ صَحَّ الْهَوَاءُ نَفْثَةً مِنَ الْهَوَايَا رَحَى حَتَّى صَاحَ بِكَذَلِكَ، وَلاَحَظَ حَتَّى صَوَّبَ كِتَابَ الصَّاعِدَةِ بِدَرْجِيَّةٍ، ثُمَّ سَامَ عَمْدَهُ فَرَجَ الْهَوَايَا مِنَ الْهَوَايَا فَسَمِعَ ثَوَانًا لَصُوبَ سَقْفِ بَيْتِهِ، بِسَاقِ ذَاتِ وَرَقٍ مَا يَرَفَعُهُ سَمْعُهُ صَحْحٌ بِأَلْفَةِ مَصُوبَ



رُؤُوسُ ثَوَانٍ

صَوْتُ تَلَوُّنَاتِ اسْتِشَاعِهِ حَتَّى يَدْرَجُ حَتَّى يَفْطَعُ أَشَاءَ صَحَّ الْهَوَاءَ حَارِجَ النَّاْقُوسِ

بَدَلُ خَصْلَةٍ لَأَلْفِ

الْبَصْرَةِ هَذِهِ مِنْ ٢ لَعْنَةٍ

## الفضاء الصامت

نَحْنُ فِي الْفَضَاءِ هَوَاءٌ،

وَبَدَلِي فَلَا نَسْمَعُ أَصْوَاتَ

فِيهَا بَدَا يَنْصَلُّ زَوَادُ الْفَضَاءِ

بَعْضُهُمْ بَعْضًا بِرَاسِطَةِ الرَّادِيُو،

لِأَنَّ الْأَمُوحَ بِرَادِيُو، بِخِلَافِ أَمُوحِ

الْأَصْوَاتِ، سَمْعُهُ لَا يَنْتَقِلُ فِي الْفَرَاغِ وَتَرَوُ ذُبُونُ بَعْضِهِمْ بَعْضًا

فِي الْفَضَاءِ لِأَنَّ الْأَصْوَاتَ، كَالْأَمُوحِ الْبَصْرِيَّةِ، يَنْتَقِلُ عَمْرُ الْفَرَاغِ

## الانصالات

الْأَصْوَاتُ وَالْأَصْوَاتُ كِلَاهُمَا وَسِيَّةٌ نَحْنُ نَحْمِلُهَا بِأَصْوَابِ مَحَادَثِ،

وَبِأَصْوَابٍ يَرَى وَاحِدًا الْآخَرَ وَالْأَصْوَابُ الْمَطْمُوعَةُ بِحَوَالِي الْأَصْوَابِ

بِأَشَارَاتٍ كَهَرَبَاتِيَّةٍ يَنْتَقِلُ مِنْكُمْ أَوْ لَأَسْكَتُكُمْ عَمْرُ الْأَشْوَابِ إِلَى جَمْعِ

الْأَصْوَابِ الْعَدَمِ وَنَسْجِدُكُمْ شَكَاةُ الْأَصْوَابِ الْحَدِيثَةِ الْأَصْوَابِ بَصْرَتُهُ لَعْنُ

بَعْدَ بَعْضِهَا فَتَحْمِلُ الْفَضَاءُ بَصْرَتَهُ الْفَكَالَمَاتِ الْبَصْرِيَّةِ وَالْهَوَايَا

بَصْرِيَّةٍ وَالْبَصْرَةِ الْبَصْرِيَّةِ فِي كَبُورٍ مِنَ الْأَلْفِ الْبَصْرِيَّةِ بَدْوَةٍ





# الصَّوْتُ

نحن نعيش في عالمٍ يعبُّ بالأصوات؛ بعضها يحدثُ طبيعيًا - كَقَصْفِ الرُّعدِ، وزمجرة أمواج البحر المتكسرة على الشواطئ، وهريز الرياح؛ وبعضها الآخر يُنتجُ لهدفٍ مُعيَّن - كَرَفْزَةِ العصافير لِاجْتِنَابِ الوُلفِ، وصُرير الحفائش لِتَحْدِيدِ مَوْقعِ الفريسة، وكلام الناس لِلتواصلِ فيما بينهم. بعضُ الأصوات لا يعدو كونه ضجيجًا مُزعجًا يُلوثُ البيئة؛ كضجيج حركة المُرور، وهدير الطائرات، وجَلْبِيَةِ مَكِنات المصانع. الأصواتُ على اختلافها سببُ الاهتزاز أو الذَّبْدْبَةِ - أي الحركة السريعة لِجُسيماتِ المادة يَرتبطُ بعضها ببعض ناقلَة الطاقة كَبضٍ أو مَوْجَةٍ مُتحركة. بِمَكِنِكَ تَحَسُّسُ الذَّبْدْبَاتِ الصوتية بوضع أطراف أصابعك على خَلْقِكَ أثناء التكلُّم، أو لَمْسِ جَرَسِ الدَّرَاجَةِ بِرَفْقٍ وهو يَرِنُ.



## الذَّبْدْبَات

يحدثُ قُصْفُ النافوس عند قَرْزِهِ مِهْرٌ سرعته، فبالإضافة إلى دافعا خريبات الهواء حواسيه خينة ودهانا، جاعلا ضغط الهواء يثقل ويهبط، وتثقل نمبرات الضغط هذه تصادمات جزيئات الهواء ناقلَة الموجات الصوتية بعيدا عن الجرس كنصائح حيث يتزايد ضغط الهواء وتخلخلات حيث ينخفض

حركة طرف الناض  
الى اعلى والى اسفل  
لارسال موجة  
تستعرض عليه

اتجاه الموجة

شد طرف الناض نحو الداخل  
والخارج لارسال موجة طولية  
على امتدادها.

## أمواج الطاقة

عند نرمي حجرا في الماء، تنتشر الأمواج من مركز مصادره متحركة عن اسطح مع دندبة خريبات الماء صعودا وهبوطا متعامدة مع اتجاه مسير الموجه. ويعرف هذا النوع من الأمواج بالأمواج المستعرضة لكن عندما تنقل موجة صوتية عبر الهواء، فإن جزيئات الهواء تتدبذ حينا ودهانا باتجاه مسير الصوت؛ وهذا النوع من الأمواج يُعرف بالأمواج الطولية ويمكنك إرسال كلا نوعي الأمواج هدين على نابض لولبي.



## الأمواج المستعرضة

موجة الماء مثل حذ على الأمواج المستعرضة بصور لعمه موج الماء حرت مت بعد مرور موج مائية حاملة لطاقة، تدبذ خريبات الماء صعودا وهبوطا معها، كما العمة الخريبات داتها لا تتعل مع الموجه بل تتحرك فقط صعودا وهبوطا في الموضع نفسه

حركة الموجه ترفل  
العمه الى اعلى



تهبط العمه بقل  
شور موجة الطاقة

نرسم الذبذبات (الاهتزازات) الناتجة عن الزلزال، أو الانفجار، على ميجل وقياس الزلزلة (الجفاف أو الشيرمومتر)

## الأصوات المائية

في الماء يتقل الصوت بسرعة أكبر، ويتفقد طاقه بسرعة أقل منها في الهواء؛ لذا تنقل الأصوات تحت الماء مسافات أطول قبل أن نحد نستخدم الحنار، كما الدلافين، الأصوات للاتصال فيما بينها ولتحديد اتجاهاتها تحت الماء وبعض الحيد «بعمي الحاننا» تصل إلى مئات الكيلومترات عبر المحيطات.

## الأمواج الزلزالية

تولد الزلازل والانفجارات أمواج زلزالية - هي في الواقع أمواج صوتية تنقل عن الأرض، وتحتل اهتزازات هذه الأمواج بمرسمة الزلازل (السيرمومتر) ومن دراسة هذه الأمواج، تستطيع أخصائيو الزلازل معرفة مركز الزلزلة وشدها، كما تمكنهم بواسطتها جمع معلومات عن باطن الأرض



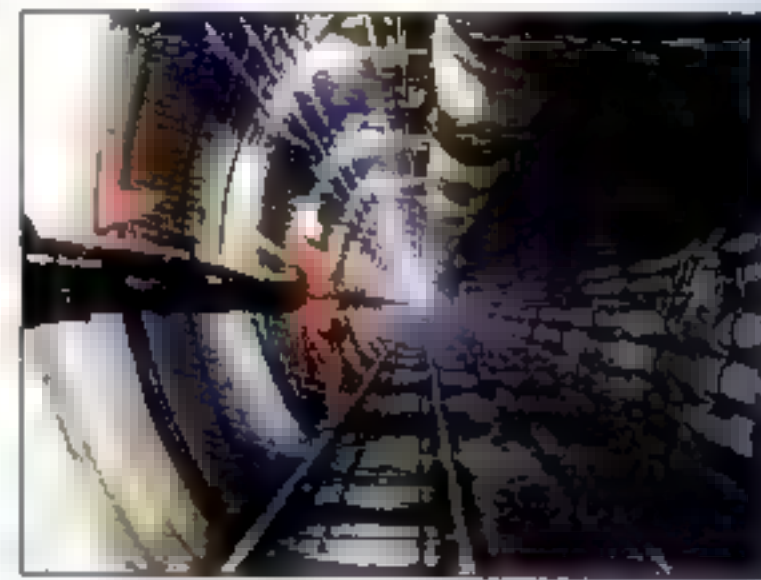




## سرعة الصوت

كان وليم برهام (١٦٥٧-١٧٣٥) أحد أولي الذين حددوا سرعة الصوت بدقة. ففي عام ١٧٠٨، وقف في مكان مشرف في إقليم إسكس بإكلترا يُراقب إطلاق مدفع بعدد ١٩ كيلومترا ثم قاس الفترة الزمنية الفاصلة بين وميض الطلعة ودويها. ولكي يلغي تأثير تعبرات اتجاه الرياح اعتمد معدّل عدّة تجارب، فكانت نتيجته قريبة من القيمة المعتمدة حاليًا لسرعة الصوت وهي ٣٤٣ م/ث على درجة ٢٠°س

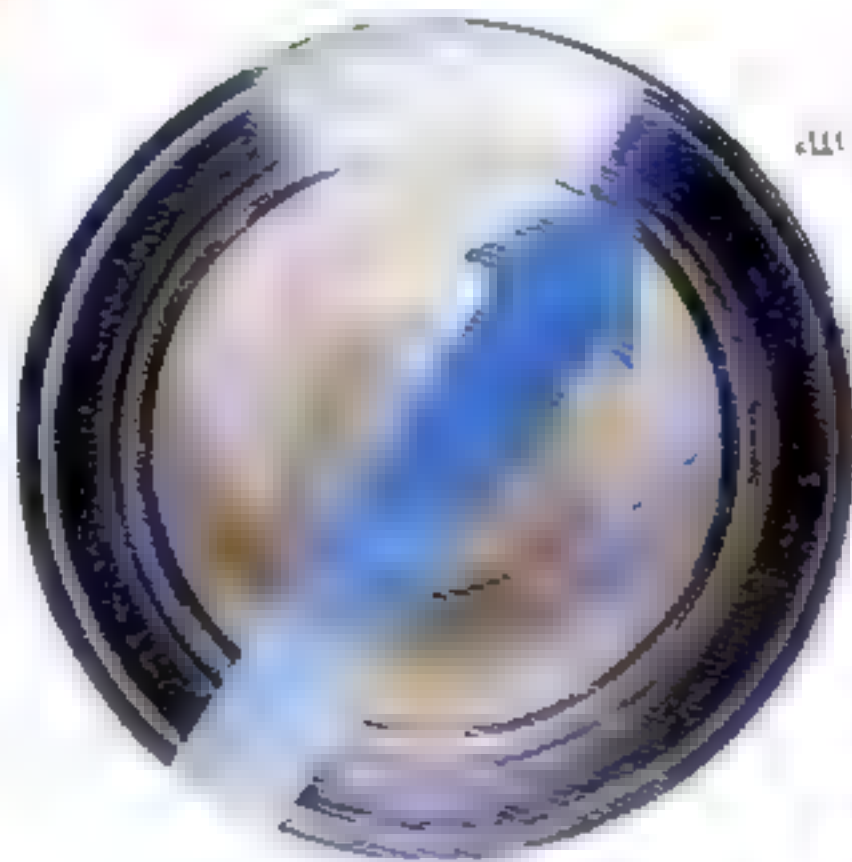
تتغير سرعة الصوت في الهواء بتغير درجة الحرارة فهي ٣٣١ م/ث في درجة الصفر سلسيوس (ستيفراد) و ٣٥٤ م/ث على درجة ٤٠°س



## الاتصالات بالدق

الغالب الذين شقوا النقص تحت الفئال لإكسبري لزيت المملكة المتحدة بأوروبا كانوا يتواصلون بالدق على الأسيب المعدنية وصوت يقطع مسافات أبعد، ويتنقل بسرعة أكبر، في أبعادها في الهواء

يتنقل الصوت في الماء بسرعة ١٥٠٠ م/ث



يتنقل الصوت في الفولاذ بسرعة ٥٠٠٠ م/ث

## سرعات الصوت المختلفة

يتنقل الصوت في الجوامد والسوائل بسرعة أكبر منها في الغازات. فالجوامد والسوائل أحياناً من الغازات لأن جزيئاتها أكثر تلاحقاً فيما بينها. وهي ترتدّ لاستعبد شكلها بسرعة بعد الانضغاط، فتُمرّ البضات الصوتية بسرعة أكبر. يتنقل الصوت في الماء بسرعة تعادل خمسة أضعاف سرعته في الهواء تقريباً، وفي الفولاذ بسرعة تعادل حوالي ٢٠ ضعفاً

## الأمواج الصدمية

تسير القذائف فوق الصوتية بسرعة تفوق سرعة الصوت، لذا لا يُمكنك سماعها وهي قادمة نحوك - لأنها تتجاوزك قبل وصول صوتها إليك. لكنّ صوتها اللاحق يصل لحافة كموجة صدمية تحدث ما يُسمى دويّ أخيراقي جدار الصوت

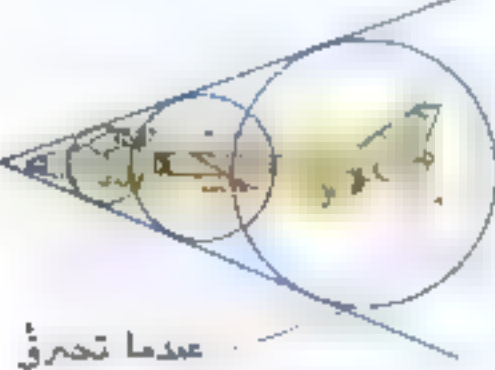


عندما تطير القذائف بسرعة دور الصوتية، تنتشر أمواجها الصوتية أمامها، فيمكنك سماعها وهي قادمة نحوك



عندما تتلحّج سرعة الطائرة سرعة الصوت، تتركّ أمواجها الصوتية المتدعة أمامها مكونةً موجة صدمية كبيرة

موجة صدمية



عندما تحرق الطائرة جدار الصوت تُحدث وراءها موجة صدمية تُحدث دويّاً هائلاً



## فرقة التوط

قد يكون فرقة الشوم دليحة عن تحريك طربو سرعة تفوق سرعة الصوت مُؤلداً بذلك موجة صدمية

## إرنست ماخ

وصف الفيزيائي النمساوي، إرنست ماخ (١٨٣٨-١٩١٦) تكون الأمواج الصدمية أكثر من خمسين عاماً قبل تحقيق لطيران بسرعة فوق صوتية. وإكراماً له تُستخدم الأرقام المماثلة لله لتقدير سرعة الطائرات على أساس سرعة الصوت. فالطائرة السانرة بسرعة الصوت سرعتها ماخ واحد (١ ماخ)؛ وسرعة ٢ ماخ تعادل ضعف سرعة الصوت. طائرات الركاب حصةها، عدا الكونكورد، تطير بسرعة دون الصوتية (أي أقل من ماخ واحد)؛ أمّ الكونكورد فهي فوق صوتية إذ تطير بسرعة ٢ ماخ



## لمزيد من المعلومات انظر

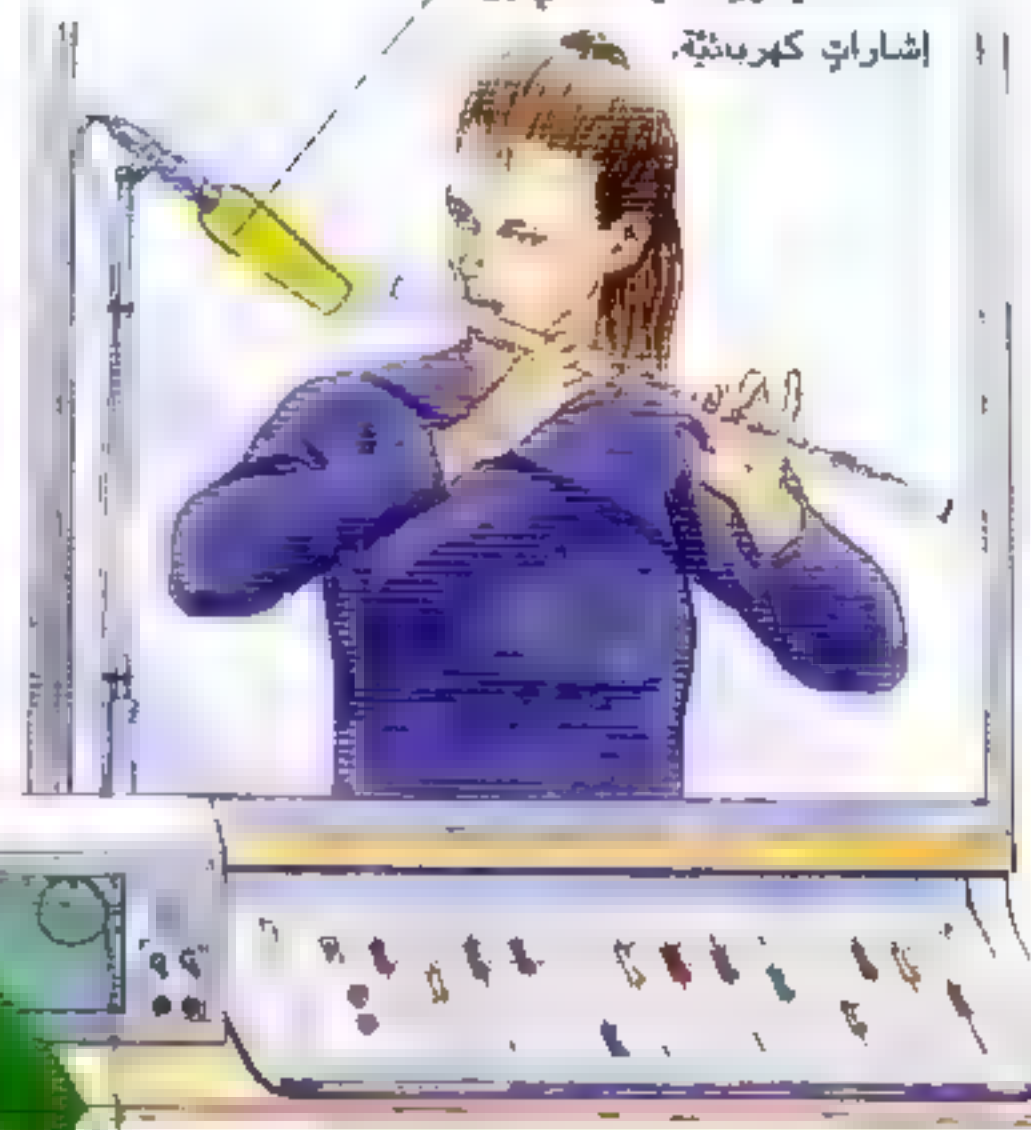
- حالات المادة ص ١٨
- خصائص المادة ص ٢٢
- التراكم الكيميائي ص ٢٨
- الاهتزازات ص ١٢٦
- بهرت لأرضية (أرلارل) ص ٢٢٠



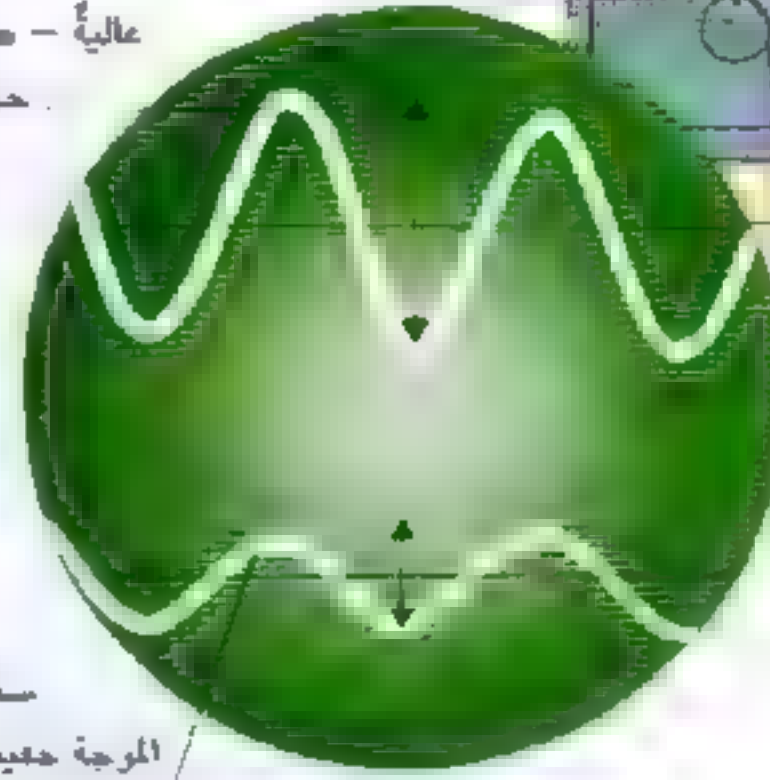
# قِيَّاسُ الصَّوتِ

الأصوات قد تُكوِّنُ جَهْرَةً أو هَادِئَةً، عاليةَ دَرَجَةِ النِّعَمِ كالصفَّارة، أو خَفِيفَتَهَا كُمُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ. بعضُ الأصوات مُنْتَمِعٌ، وبعضُها الآخرُ مُزِجٌّ أو حَتَّى مُؤْلِمٌ. فما الذي يجعلُ صوتًا ما يَخْتَلِفُ عن آخَرَ؟ واضِحٌ أنَّ السُّرْعَةَ لا عَلاقَةَ لَهَا بِذَلِكَ، فَكُلُّ الأصواتِ تَنْتَقِلُ بِالسُّرْعَةِ ذاتِها، وإلا لَكَانَتِ أصواتُ آلاتِ الجَوقةِ الموسيقيَّةِ تَصِلُ إلى آذانِنا صوتًا بعدَ الآخرِ مُخَبَّضَةً مُشَوَّشَةً. الجوابُ هو أنَّ الأصواتِ المُخْتَلِفَةَ متبايئةً شَكْلُ الأمواجِ. فَسَعَةُ الموجةِ الصوتيَّةِ هي التي تجعلُ الصوتَ هَادِئًا أو جَهْرِيًّا؛ كما إنَّ تَرَدُّدَ الموجةِ الصوتيَّةِ هو الذي يتحكَّمُ في عُلُوِّ دَرَجَةِ النِّعَمِ (أي طبقةِ الصوتِ) أو أنْخِفَاضِها. أما الطولُ الموجيُّ - وهو المسافةُ بينَ نِصْفَيْ عَظَمَيْنِ مَوْجِيَّيْنِ (ذُرْوَتَيْنِ) - فَعَلاقَتُهُ مُباشِرَةٌ لِإِرتِبَاطِ بِالتَرَدُّدِ بِنِسْبَةٍ عَكْسِيَّةٍ.

الميكروفون، الموصولُ بِكاشِفِ الذَّنَّةِ، يُحوِّلُ صوتَ النَّاسِ إلى إشاراتٍ كهربائيَّةٍ.



شَعَّةُ الموجةِ  
عاليةٌ - صوتٌ  
جَهْرٍ



شَعَّةُ  
الموجةِ خَفِيفَةٌ -  
صوتٌ هَادِئٌ

## سَعَةُ الموجةِ

يُغْرَضُ كاشِفُ الذَّنَّةِ لِمَظِّ الموجةِ الصوتيَّةِ على شَيْءٍ مُبَيَّنٍ يَرْتَفِعُ صَعْبُ الهَوَاءِ وَهُوَ طَوْعًا أَوْ كَرْهًا مُرورَ الموجةِ الصوتيَّةِ عَبْرَ الميكروفونِ. هذا أَرْتَمَعَتِ جَهَارَةُ الصوتِ إِزْدَادَتِ تَغْيِيرَاتُ الضَّغْطِ وَازْدَادَتِ سَعَةُ الموجةِ.

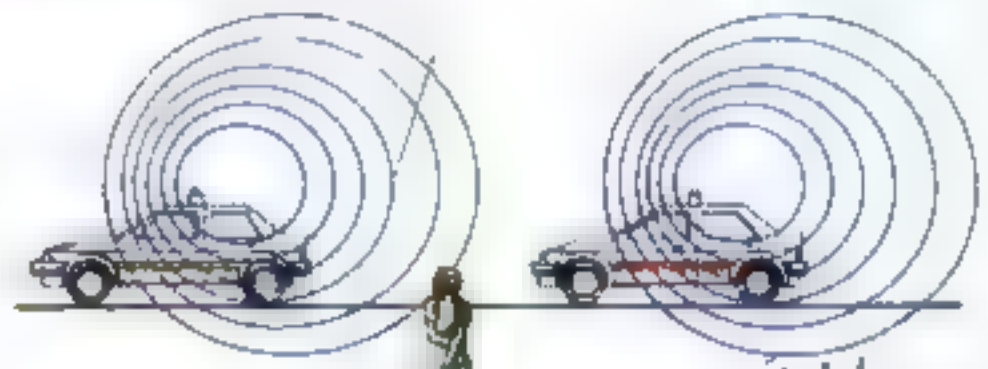
## هِنْرِخ هِرْتِز

الفيزيائي الألماني، هِنْرِخ هِرْتِز (١٨٥٧-١٨٩٤) كَانَ أَوَّلَ مَنْ أُنْشِجَ أمواجًا راديويَّةً وَكَشَفَ عَنْ وُجُودِها وَقَدْ سُمِّيَتْ وَخْدَةُ انْتِرُدُّ الهِرْتِزِ، المُسْتَخْدَمَةُ لِجَمِيعِ أنواعِ الأمواجِ والمُتَدَدَتِ - بما فيها الأمواجِ الصوتيةِ والرَّاديويَّةِ والصَّوْتِيَّةِ، بِاسْمِهِ. والهِرْتِزُ يُساوِي دَبْدِبَةً وَاحِدَةً فِي الدَّايَّةِ.



صفَّارةُ السَّيَّارَةِ القادمةِ  
يُحوِّلُ تَنْتَعَبُ أمواجًا  
قَصِيرَةً عاليةَ التَرَدُّدِ.

بعدَ أنْ تَتَجَاوَزَكَ السَّيَّارَةُ  
مُذْبِرَةً، تُصْبِحُ الأمواجُ  
الصَّوْتِيَّةُ أَطْوَلَ والنِّعَمُ لَخَفِيفَةً.



## ظَاهِرَةُ دُوبِلَر

طَبَقَةُ أو دَرَجَةُ نِعمِ الصوتِ التي تَسْمَعُها منَ صَفَّارَةِ سَيَّارَةِ الشَّرْطِيَّةِ العابِرَةِ سُرْعَةً مُعَيَّنَةً عَنِ ما إذا كَانَتِ السَّيَّارَةُ قادمةً مُحوِّكًا أو مُذْبِرَةً عَنكَ فَالسَّيَّارَةُ المُقْتَرِنةُ تُصَاغَطُ الأمواجِ الصوتيَّةِ أَمَامَها وَتُصَاغَطُ بِتَقَلُّ أَطْوَلِها وَيَرْدَادُ تَرَدُّدُها، فَتَقُلُّ طَبَقَةُ الصَّغِيرِ أَمَّا حَيْثُ السَّيَّارَةُ المُذْبِرَةُ فَتَمْنَعُ الأمواجِ الصوتيَّةِ؛ والأمواجُ الأَطْوَلُ دَائِمًا تَرَدُّدُ أَحْفَضَ، فَتَسْمَعُ الصَّغِيرِ المُذْبِرِ أَحْفَضَ طَبَقَةً.

## التَرَدُّدُ

تَرَدُّدُ لِمَوْجَةٍ هُوَ عَدَدُ دَسائِطِها فِي الدَّايَّةِ، وَيُقَاسُ بِعَدَدِ الدَّرِي لِمَوْجَةٍ العابِرَةِ فِي تِلْكَ الفَتْرَةِ هَامُوحَةً دَائِمًا التَرَدُّدُ الحَفِيفُ طَوِيلُ الطُّولِ المَوْجِي؛ وَدَائِمًا التَرَدُّدُ العَالِي قَصِيرُ الطُّولِ المَوْجِي. ولِأَمواجِ العَالِي التَرَدُّدِ القَصِيرُ الطُّولِ المَوْجِي تُعْطِي صوتًا عَالِي الطَّبَقَةِ، قِيمًا الصوتِ منَ الأمواجِ الحَفِيفَةِ التَرَدُّدِ والطَوِيلَةِ الطُّولِ المَوْجِي خَفِيفُ دَرَجَةِ النِّعَمِ.

الأمواجِ الحَفِيفَةِ  
التَرَدُّدُ تُعْطِي صوتًا  
خَفِيفَ الطَّبَقَةِ



الأمواجِ العَالِيَةِ  
التَرَدُّدُ تُعْطِي صوتًا  
عَالِي الطَّبَقَةِ



تَظْهَرُ ذُرَى  
أمواجِ الصوتِ العَالِيَةِ التَرَدُّدِ عَنِ الشَّاشَةِ  
مُتَلَاوَةً أَكْثَرَ مِنْ ذُرَى الأمواجِ الحَفِيفَةِ  
التَرَدُّدِ، لِأَنَّ ما يَصِلُ مِنْهَا إِلَى الميكروفونِ فِي  
وَحْدَةِ الزَّمَنِ أَكْثَرُ.

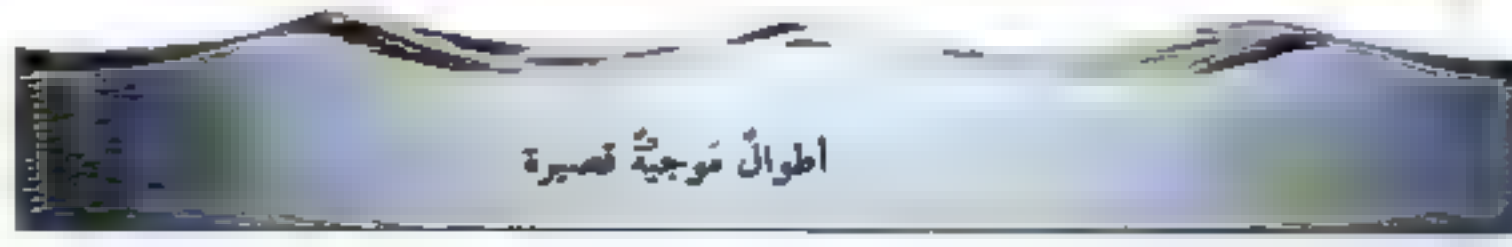
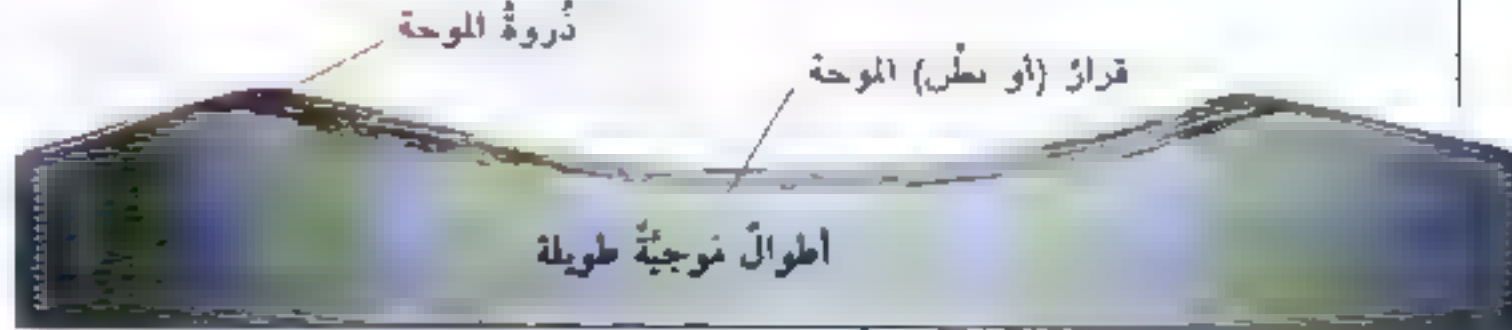
## الأمواجِ الصوتيَّةِ

الأمواجِ الصوتيَّةِ تَنْتَقِلُ فِي الهَوَاءِ بِعَدَلٍ كَأَنْتَقَالَ مَوْجَةٌ عَلَى طَوِيلِ نَاصِرٍ دَوَلِيٍّ فَيُتَمَلَّلُ التَّصَاغُطُ (حَيْثُ تَتَحَدَّدُ جُرْحَتُ الهَوَاءِ) ذُرْوَةً مَوْجِيَّةً مَائِيَّةً، بِمَا يُعَابِلُ التَّحَلُّلُ (حَيْثُ تَتَفَاعَلُ جُرْحَتُ الهَوَاءِ) قَرَارَ مَوْجَةٍ مَائِيَّةٍ



## الطُّولُ المَوْجِي

الأمواجِ القَصِيرَةِ أو الطَوِيلَةِ تَسْهَلُ مِشَاهَدَتُها فِي المَاءِ. فَالطُّولُ المَوْجِي لِمَوْجَةٍ مَائِيَّةٍ هُوَ المَسَافَةُ بَيْنَ ذُرْوَتَيْنِ مُتَجَاوِزَتَيْنِ كَمَا الطُّولُ المَوْجِي لِمَوْجَةٍ صَوْتِيَّةٍ هُوَ المَسَافَةُ بَيْنَ نِصْفَيْ عَظَمَيْنِ مُتَجَاوِزَيْنِ. الأمواجُ مُتَلَاوَةً مُتَقَارِبَةً فِي الصوتِ ذِي الطُّولِ المَوْجِي القَصِيرِ، وَبَتَّاعِدَةً بَعْضُها عَنْ بَعْضٍ فِي الطُّولِ المَوْجِي الأَطْوَلِ.



## لِمَزِيدٍ مِنَ المَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- الصَّوتُ ص ١٧٨
- إِحداثُ الصوتِ وَسَمَاعُهُ ص ١٨٢
- جَهَارَةُ الصوتِ ص ١٨١
- الأصواتُ الموسيقيَّةِ ص ١٨٦
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٢



# جَهَارَةُ الصَّوت

تعتمد جَهَارَةُ الصَّوت على الشَّدَّة (كَمِّيَّة الطاقة) التي تَحْمِلُهَا الأمواجُ الصوتيَّة. فالمدداتُ الكبيرةُ وفيرةُ كَمِّيَّة الطاقة، وتُنتِجُ أمواجًا صوتيَّةً شديدةً كبيرة الشَّعة. الأصواتُ العاليةُ الجَهارة جدًّا، كَدَوِيٍّ أَخْتِرَاقٍ جدارِ الصوت أو رَمَجِرَةِ الأمواج الصدميَّة من الانفجارات، يُمكنُ أن تكونَ مُؤَلِمَةً وقد تُسبِّبُ ضررًا بِالْغَا - فالأمواجُ الصوتيَّةُ ترتبطُ بالْمُنْشآت فتجعلُها تنذبُ. ويُسْتَخْدَمُ مِقْيَاسٌ خاصُّ، يُدعى سُلَّم ديسيل (بأسم ألكسندر غراهام بل) لِمِقياسِ جَهَارَةِ الصَّوت.

١٢٠ (دب)

١ (دب)

٨٠ (دب)

٤٠ (دب)

٢ (دب)

صوت حوقة  
الرُّوك يُعَدُّ  
صوت سقوط  
١٠ مليون  
ورقة بياتيَّة

لا غرابة أن

يُعانِي موسيقيُّو الرُّوك من ضَعْفِ  
السَّمْع، فالأصواتُ فوق ١٢٠ (دب)  
قد تُسبِّبُ أَلَمًا شَدِيدًا وَضَعْفًا.

## مِقياسُ الصَّوت

يُمكنُ مَرَّةً المُستويات الصوتية داخل المصانع  
مقياسُ السُّون الصوتيُّ يُعَدُّ من عدم  
خطورتها. إنَّ السُّون الصوتيُّ بحثُ أَلَمٍ  
يردُّ على ١١٠ (دب) في أيِّ وَهَبٍ من  
الأدوات، كما بحثُ أَلَمٍ يحدُّور  
٩٠ (دب) يومَ عَمَلٍ كَاسٍ



في المُستويات  
الصوتيَّة فوق ١٠٠ (دب)  
بحثُ أن يكونَ العَمَلُ مُخَدِّدًا  
بَعَثَاتٍ قَصِيرَةٍ فَقَط.

## لِمَزيدٍ من المعلومات انظر

لاَهْزَاتٍ ص ١٢٦  
الانِّصَالَاتُ البُعَادِيَّة ص ١٦٢  
الصَّوت ص ١٧٨  
الأصواتُ المِوسِيقِيَّة ص ١٨٦

## سُلَّم ديسيل

فرقُ السَّمْع الموحَّث من أهدأ الأصوات ومن  
الأصواتِ العاليَةِ الجَهارة حَتَّى مُسَوًى  
الإدعاءِ كَبِيرٍ حَدًّا بحثُ سَعْدٍ عَشْرَةٍ عَدَدًا  
وَسُلَّم ديسيل مثلُ على السُّلَّم اللُّوغاريتمي،  
حيثُ نَصَاعَتُ جَهَارَةِ الصوت ١٠  
أصغاب في كُلِّ مَرَّةٍ نَصَافٍ فِيهَا ١٠  
ديسيل (دب) إلى المُستوى الصوتيِّ قد رَدَّ  
المستوى الصوتي ٢٠ (دب) تُضَاعَفُ  
جَهَارَةُ الصَّوت ١٠ × ١٠ = ١٠٠ مَرَّةً



## الخطرُ الكامِن

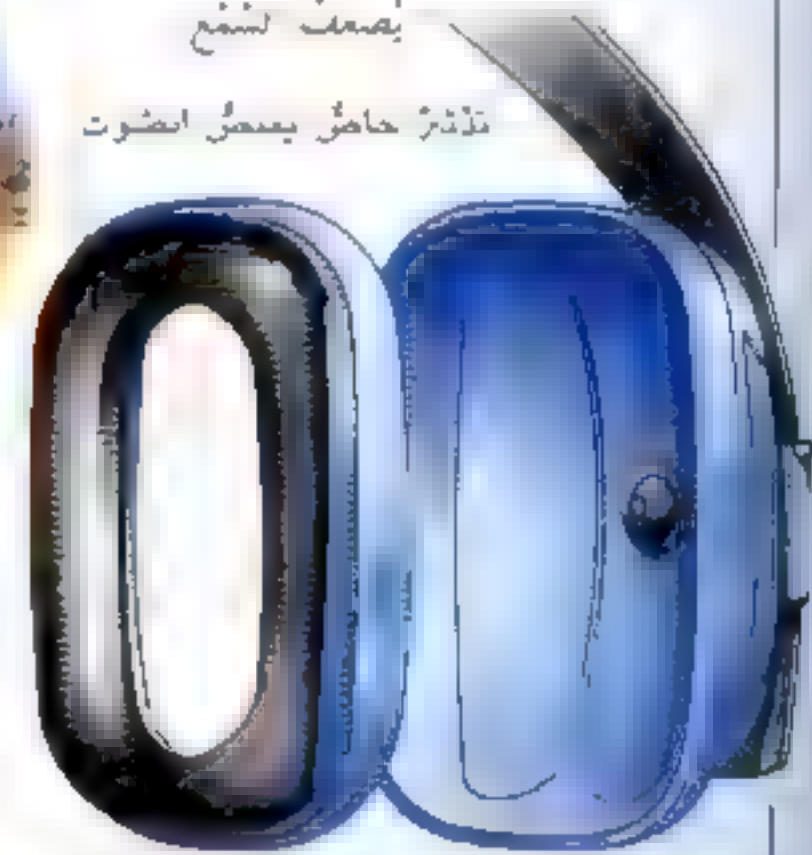
السُّلَّمُ صوتيُّ (سبري) شَخْصِيٌّ سر  
عَاسِي بَعْدَهُ، يَكُنْ دَحُونُ كَامِنِ الصوتِ يَمرُّ  
مُباشرةً إلى الأذُن، قد يجعلُ مُستوياتِ الصوتِ  
دَحَلِ لَدَى عَينِهِ حَدًّا لا تُسَمَّعُ المُنْشَآت  
الشَّخصيَّة، جَهَارُهُ رَتَدُو، لَمْرَابِ صَوِينُو قد  
يُصَغَفُ لِسَمْعٍ

تَذَكَّرْ حَاضِرٌ بِمَعْنَى الصَّوتِ



## وقايةُ الأذُنين

لَدِينِ يَعمَلُونُ في أجواءٍ تَمِجُّ بالأصواتِ  
لَعَالَةِ عَلِمَهُمْ أن يَعمَلُوا أَدَانَهُمْ بِأَسْتِخْدَامِ  
وَأَسَابِ كَسْمٍ نَصَحَ والتَّعَرُّضُ  
مَرَّةً طَوِيلَةً لِمُسْتَوَياتِ صوتِ عالِيَةٍ من  
يَرُدُّدٍ مَعْنَى تَعَرُّضٍ سَرٍّ لِلضَّعْفِ



واقِيَةُ الأذُنين

## إخْمالُ الضَّجيجِ

قد يَتَصَامُ صَوْتَانِ مَعًا لِيُنتِجَا سَكُونًا ومن غَيْرِ المُحْتَمَلِ أن  
يُحْدِثَ ذَلِكَ صِدْفَةً، لَكِنَّ مِقياسَ الموجَةِ الصوتيَّةِ يُمكنُ  
لِمُحَاسَبَةِ إِنْخَافٍ مُثَلٍّ بِمَرَاوِيٍّ بِهَا، بحثُ تَقْدِيرِ الدَّرَجَةِ في  
الموجةِ الأصغَرَةِ قَرَارَاتِ الموجَةِ الصوتيَّةِ الجَدِيدَةِ تَمَامًا  
وتَرَاكِبِ الصوتيَّينِ بِنُغْبَانٍ وَاحِدَةٍ الأخرى، ويُعرَفُ هَذَا  
الأسلوبُ بِإِخْمالِ الضَّجيجِ هِيَ المُسْتِشْفَاتُ، تُجَهِّزُ  
بعضُ نَاحِيَّاتِ مَنَاحٍ بِمُحْسِنٍ بِأَنْطِمَةِ مُعَمَّدَةٍ لِلضَّجيجِ  
تَجْعَلُهَا هَدَنَةً لا تُوعِجُ المَرِيضَ، وفي المُسْتَقْبَلِ قد يَتِمُّ تَجْهِيْزُ  
الْبَرَّادَاتِ وَمَكْنِاتِ التَّسِيلِ بِأَنْطِمَةِ تَخْمِيدٍ مُمَازِلَةٍ تَجْعَلُهَا صَامِتَةً  
تَمَامًا



أَسْعَادُ  
الصَّوتِ

ذُرَّةُ  
الموجة

قَوَارِزُ لَمَوْحَةٍ



# إحداث الصوت وسماعه

إذا كنت فقدت صوتك مرةً نتيجة زكام أو بُحّةٍ شديدة، فلعلّك خَبرت صعوبةً إفهام الناس مرادك بدونه؛ فالكلام هو وسيلة تواصلنا الرئيسيّة معهم. عندما نتكلّم نُحدثُ ذبذباتٍ تنتقلُ في الهواء كأمواج صوتيّة تتحوّل في الأذنين إلى أصواتٍ مُتميّزة. ورُغم أنّ الأذن الشريّة حساسةٌ للأصوات التي يتراوح تردّد ذبذباتها بين ٢٠ و ٢٠ ألف هرتز، فإنّها أشدّ حساسيّةً للأصوات التي يُقارب ترددها الألف هرتز - وهو مدى تردّد الصوت في المُحادثة العاديّة، مع أنّ أصواتنا قد تتضمّن ذبذبات تنخفضُ طبقتها إلى ٥٠ هرتز أو تعلو إلى ١٠ آلاف هرتز. وكما نستخدم نحنُ أصواتنا لمُحادثة الناس الآخرين، كذلك نستخدم الحيوانات أصواتها للتواصل فيما بينها، أو حتّى فيما بينها وبيننا.

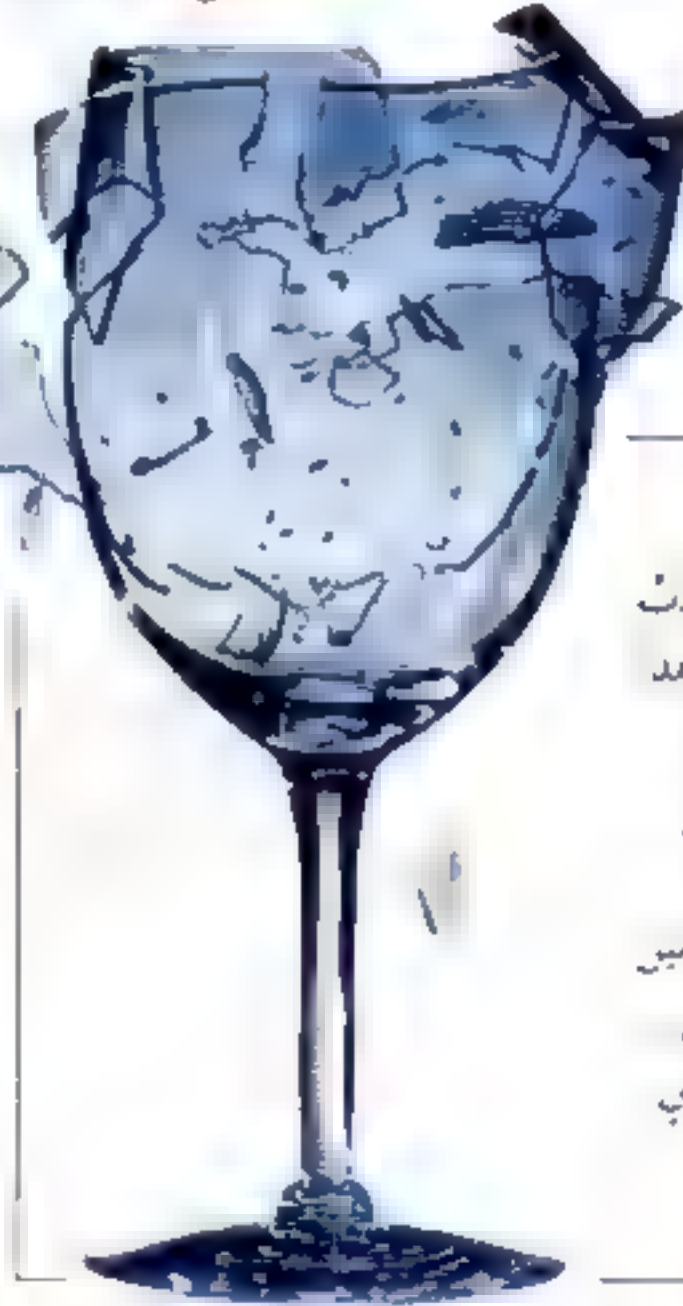


## إحداث الصوت

تُنتجُ أصواتنا عندما ندفعُ الهواء بقوةٍ من الرئتين عبر الأوتار الصوتيّة في الحلقوم، فتَهزُّ هذه بالهواء المُندفع، ونحنُ عندما نتكلّم أو نغني، نُغدّل نُوتّر الأوتار الصوتيّة باستمرار، كما نُغيّر شكلَ الفم وسرعةَ الهواء المُطلق. فهذه الطريقة نُنحّكم في طبقةٍ ونوعيةٍ وجهازة أصواتنا.



إذا أتى الصوت من الجهة الأيسرى، يصل الأمواج الصوتيّة إلى الأذن اليمنى بفارقٍ حُرٍّ من النانبة قبل وصولها إلى الأذن اليسرى وذلك مُكملاً تعيينُ الجهة التي أتى منها الصوت



## الرنين

مُقطّع الأحكام قابلٌ للصدّة؛ وبتردّد الطبعي الذي ينددث به الجسم يُسمّى تردّده الرّنان. فإذا أحدثت، بالقرب من هذا الجسم، صوتٌ ذو تردّدٍ مُماثل تماماً لتردّده الرّنان ينشأ الرنين. هذه من الأمواج الصوتيّة المُستعنة ويندثت سائير ويُعرف هذا بالرّنين. ولعلّك كثيراً ما سمعت ربّ كهذا والموسيقى تُغزفُ عاليًا في عُرقك - إذ تُستّ نعمةً مُعنةً رنين ماطورة في الباب أو النافذة أو رس جسم على مقربةٍ من المنخمار ولو يعني مُعز تردّد مُساوٍ لتردّد الطبعي لكُنس رُجائيّة، فقد يكون رنينها من الشدّة بحيث يُحطّمها

## سماع الصوت

الأمواج الصوتيّة المُتجمّعة في الأذن اسخارجيّة تُسبّب ذبذبةً مُماثلةً في طبلة الأذن، وتنتقلُ هذه الذبذبات بواسطة ثلاث غلظماتٍ دفعيّة في الأذن حتّى تَصِلَ إلى السائل السّمي في قوقعة الأذن الداخليّة. يستشعر بذبذباته شعيرات الأعصاب المُدفعه. وهذه الأعصاب تُرسلُ إشاراتٍ كهربائيّةً إلى المُخ الذي يُمكنك من تعبير الصوت



يُمكن تعديلُ مُعينة الشّمع لتُصنّع تردّداتٍ صوتيّة مُعيّنة

مضطّ الحماره



ميكروفون

تُشكّل مُعينة الشّمع لفلانم شكل الأذن

غُدّة الأذن

## الصَّمم

فأقدوا السّمع خُربًا يُمكن مُساعدتهم بأنّ يستخدم مُعينة سَمْع وهي تَأْتِي من ميكروفون ومُضخّم ومُخمار - كُلّها دُفيعَة صُغريّة. فالأصوت التي تصلُ إلى الميكروفون تُضخّم وتُغذّى إلى أذنيّة لسماعه، فتُسمع.

## ذبذبة الهواء في القوارير

يُمكنك مُشاهدة وسماع اختلاف دندمه لُكمّيات المُشاة من الهواء، وصدارها أصواتًا مُحبلة، بالصح عثر قوّهات صنع قوارير بحوي ماء إلى أن تصدع مُحبلة. إنْ صدحك بحمل أعمدة الهواء في القوارير يهزُّ ترددها الرّسبي، وتنعبد طمعة الصوت السامع على طول عمود الهواء المُتذبذب. لاحظ أنّه كُلّما قُصّر عمود الهواء المُتذبذب تسارع ذبذبه وتعلو طمعة الصوت الصادر منه





## أصوات الحيوانات

الحيوانات المختلفة تُصدر مَدَى واسعاً من الأصوات، فبعض الضفادع، رُغم جبر حجمها نسبياً، تستطيع أبتعات نقيي حمض الطقة حداً يفتح كبير هوائي تحت الحلقوم حتى يقارب حجمه حجمها وتطلق القردة العواء رعباً بعدد من أكثر الأصوات خهارة في عالم الحيوان - إذ إنها تجعل فحواي حاسة بين العظام خلف المتخزين تُعزِّز زعيقها بالرئيس في عصابة هوائية قوية أما لحشرات مديمة الصوت إذ لا رثاء لها تمنع لإحداث صوت؛ لكن بعض الحناجب تُصدر صريراً حاداً، يحك أجنتها

الامامية الحلدنة

يمكن سماع زعقت القردة العواء على مسافة ١٦ كيلومتراً.



يتراوح تردد الصوت البشري من ٨٥ و ١١٠٠ هرتز

يتراوح تردد رقيق القردة العواء من ٤٠٠ و ٦٠٠ هرتز

يتراوح تردد صفيق الضفادع من ٥٠ و ٨٠ هرتز

يتراوح تردد صرير الخناشب من ٧٠٠٠ و ١٠٠٠٠ هرتز

يُسمع الرُّق من اللداس أو من الرقائق المعدنية

مقطب

ملف سلكتي منشئ مالزق

## الميكروفون

تحوّل الأصوات إلى إشارات

كهربائية ليتمكن تسجيلها

والميكروفون ذو الملف المتحرك يستخدم بظاناً مُشغلاً للمخهر دي الملف

المتحرك، لكن شرتب معكوس فهو يحوي ملفاً سلكتياً منشئاً إلى قرص مرير بدندت مع الرُّق بواسطة الأمواج الصوتية ويؤنّد محرك الملف داخل المجال المغنطيسي ثياراً كهربائياً، يتراوح كترائج أمواج الصوت.

## التحريك بالصوت

الملف البسيطة المتحركة للصوت، كهذه السّنة الدّمية، تحوي ميكروفوناً يحدث فيها تحركاً عندما يتلقى أصواتاً فوق مُستوى تردد مُعّين. ويستطيع جهاز مُقلّ للصوت أكثر بطوراً وبعضاً إعطاء المعلومات عن حساب مُصرفي لأحد الرّبانى عندما يُطلّب منه ذلك هانمياً. إن تعرف الكلمات الصادرة من أشخاص مُخلفين أمر ضغث جداً، لكن الحواسيب التي تستجيب لأنماط صوتية فردية هي حالياً قيد التطوير للاستعمال اليومي

يُضغّ رُق البجهاز المحروطين من الورق أو اللداس

يتحرك الملف السلكتي متساوفاً مع الإشارات الكهربائية.

## المجهر

يُحوّل لصوت وتُستعدّ لتحويله إلى إشارات كهربائية نقل الاسماع إلى أسطوانة أو شريط مسجل أو إلى أسطوانة قرصية مُدمجة، لا تُد من إعادة تحويل الإشارات الكهربائية إلى أصوات بواسطة مخهر في المجهر يُعدّي الملف السلكتي، المُحاط بمجال مغنطيسي، بالإشارات الكهربائية، فُتست هذه، تُعبرها، ديدة رُق لمجهر المحروطين فيؤنّد صوتاً

مجهر ذو ملف متحرك

يؤنّد المغنطيس مجالاً مغنطيسياً.

تستطيع الخفافيش إحداث وسماع ترددات فوق سمعية، فالضرب العالي الذي تُصدره يرنّد عن الأشياء، فيُساعدُها في تحديد مواقع طرائدها (كالحشرات الطائرة مثلاً)

تستطيع الكلاب سماع الضعير العالي التردد من صفارات حاصّة لا يسمعها الإنسان



تسمع الخفافيش الترددات من ١٠٠٠ و ١٢٠٠٠٠ هرتز  
تسمع الهرة الترددات من ٦٠ و ٦٥٠٠٠ هرتز

تسمع الكلاب الترددات من ١٥ و ٥٠٠٠ هرتز

يسمع الأولاد الترددات من ٢ و ٢٠٠٠٠ هرتز

## مدى السمع في الحيوانات

مُعظم الحيوانات يُمكنها سماع ترددات أكثر ممّا تُصدره، ومُعظمها يُصدر أصواتاً تتجاوز كثيراً المدى الذي يُمكن للإنسان سماعه، يتغيّر مدى ترددات السمع عند الإنسان مع تقدّمه في السن. فالولد يستطيع سماع الترددات من ٢٠ إلى ٢٠٠٠٠ هرتز، فيما لا يستطيع شخص في سن السنين سماع ترددات تتجاوز ١٢٠٠٠ هرتز

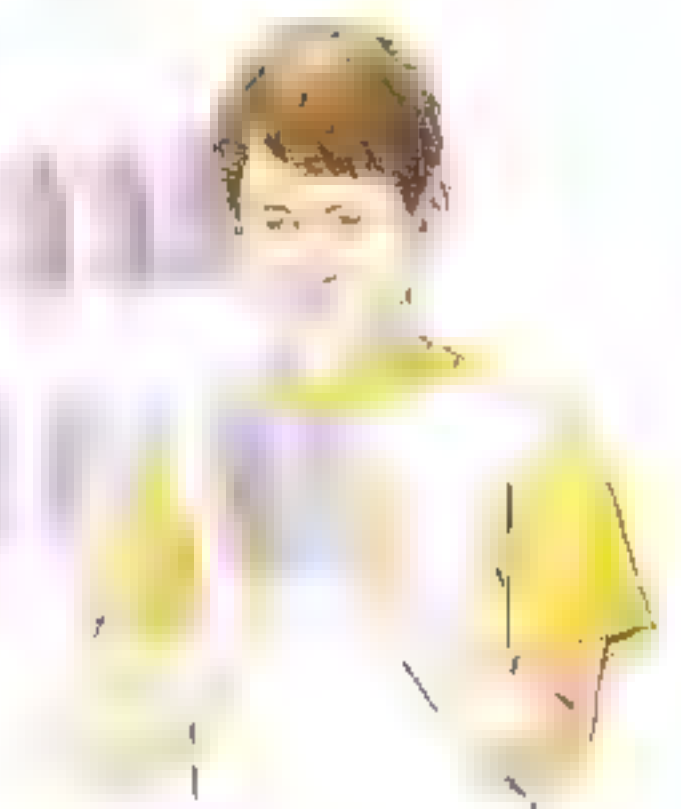
## لمزيد من المعلومات انظر

- الاختراعات ص ١٢٦
- الكهرومغناطية ص ١٥٦
- مقومات إلكترونية ص ١٦٨
- قياس الصوت ص ١٨٠
- إيكاس الصوت وامتناعه ص ١٨٤
- الخواس ص ٣٥٨



# انْعِكَاسُ الصَّوْتِ وَاِمْتِصَاصُهُ

هل تساءلت مرة لم يبدو صوتك رخيماً رناناً حين تُغني في غرفة الحمام؟ ذلك لأنّ الأمواج الصوتية تنعكس على سطوح الحُدران المليئة الصُّلابة فتتردّد عنها تكراراً كارتداد الكرة المطاطية في ملعب السكواش الرباعي الحُدران. إنّ اتّجاه الأمواج الصوتية يتغير عند كل انعكاس، لكنّ طاقة الصوت لا تتغيّر. وانعكاسات الصوت أصداً تُفيد في مجالات عديدة إضافة إلى كونها عُصراً تسلية. فقبل أيام الرادار، كان البحارة، عندما يحاصرون الضباب، يطلقون نفيراً خاصاً اسمه نفير الضباب فيحدّدون بعدهم عن الصخور الخطرة بقياس الفارق الزمني بين صوت النفير وسماع انعكاسه. غير أنّ الأصوات لا تنعكس دائماً، فهي إنّ وقعت على سطح رخو طري، تمتص فلا ترتدّد.



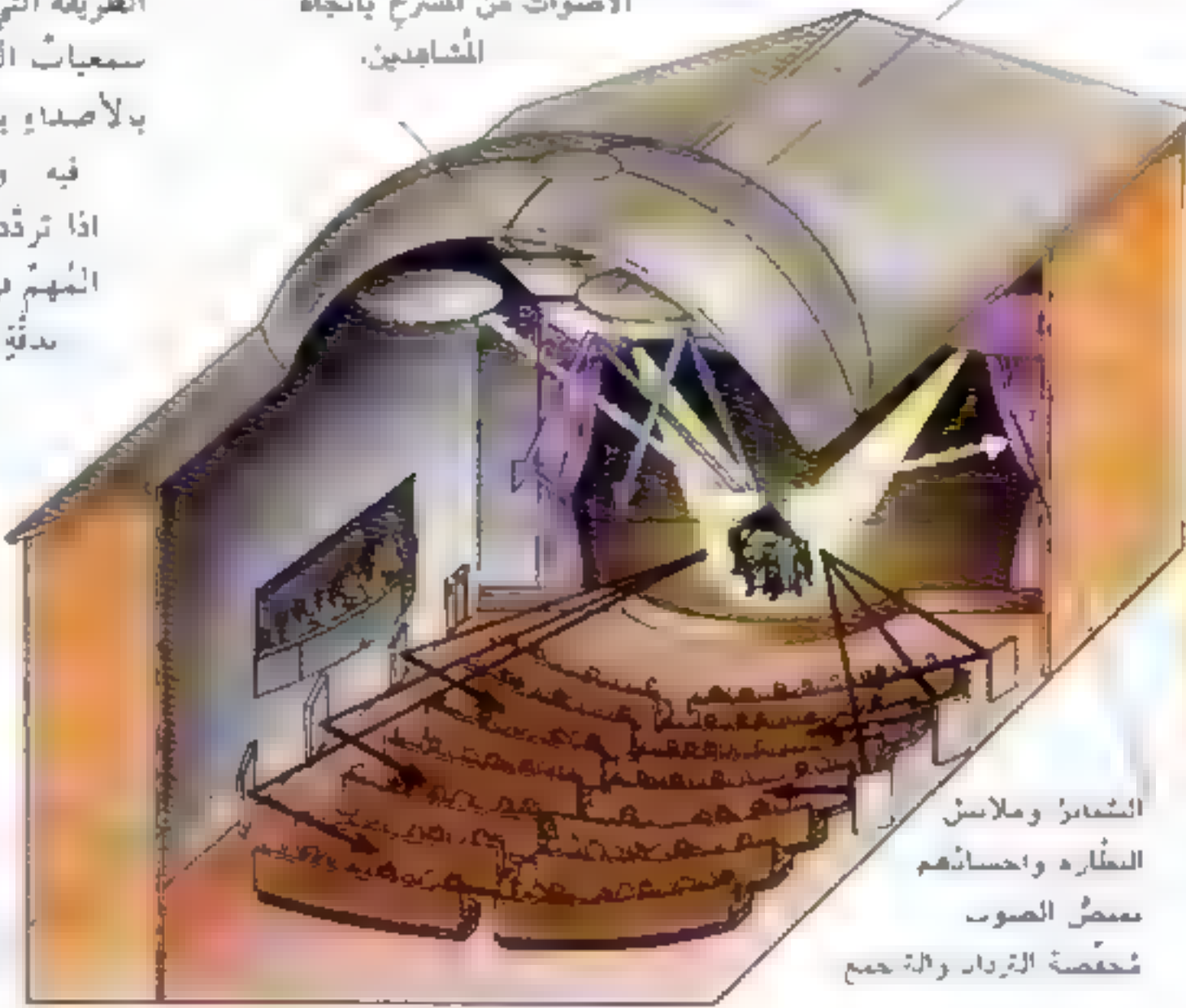
الأصداً

د وقت على بعد متغيّر من حدر وصنّف أو صنف فيريد بك انعكاس الصوت صدى بعد فترة وجيزة يعود صوتها على مدى بعيد عن حدر فودا كسب بمسافة ٥٠ متراً، فاصوت سينقطع مسافة ١٠٠ متر يعود صداً إليك. فإذا فسّمت ١٠٠ متر على الفاصل الزمني بين إحداث الصوت وسماع صده، تحصل على سرعة انتقال صوت

## السَّمْعِيَّات

الطريقة التي تُرجع فيها الأصداً في متى تُسنى سمعيات المسمي فالمسمي الكبير قد يبدو عاث بالأصداً، بخاصة إذا كثرت السطوح العارية فيه وتحدثت ترجمات الصدى في متى إذا ترددت الأصداً عده ثوب فيه ومن المهم في قاعة موسيقى انتحكم في لأصداً بدقة ليفصح نبدو لأنعام الموسيقى هزيلة باهتة، وبقرطها تتلخبط الأصوات وتشتت. إذا تركّز ماطورات خاصّة لتوجيه انعكاسات الصوت نحو جمهور المستمعين، كما تركّز أخرى، إضافة إلى الشاتر، لامتصاص الترجيعات الزائدة.

ماطورات مُختلصة المواقع تعكس الأصوات من المسرح باتجاه المشاهدين.



ماطورات عاكسة

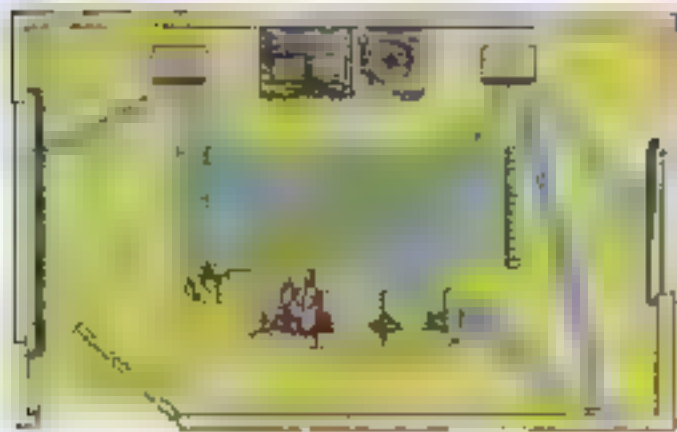


غرفة لا صدوية

ماطورات الماضية للصوت في سقف وحُدران تقبل الهوي بالأصوات تُحفّض تردد الصوت ويرجعده وهذا يمكن العلماء من قياس الصحيح لمدى توثقه مروحة الطارد المدسره بدقه

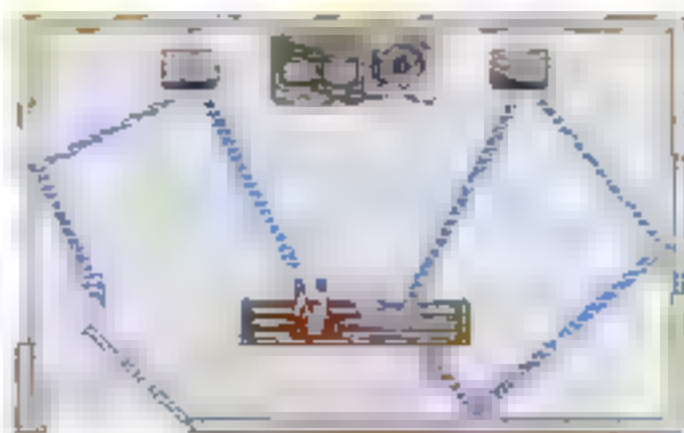
## امتصاص الصوت

السطوح الرخوة انقزته تمتص طاقة الصوت كما يمتص ارتمل طاقة كره يذمته في هذه الصخور، الشجدة والتبر والأركه والشه حشفه، تمتص الطاقة لصوتية فلا يرد أصداً



## انعكاس الصوت

نعكس السطوح الصلبة امليسة طاقة لصوت كما يرد كره عن حدار حرساني في هذه الصخور يرد لصوت، اسدي يشعه المنهران المشحبات، عن أرضية العروة وحذر بها كما عن المقعد الحشبي



## الصُّحُونُ الصوتية (العاكسة)

تستخدم صُحُونُ مكافئة المنقطع لتجميع الصوت وتركيزه فالتشكل الخاص للصوت الصوتي يعكس نصوت الاسي نحواجته شامرة وتركزه نحو الميكروفون المثب في وسطه وهكذا ينقل الميكروفون صافة صوتة أكبر، فيمكن به مثلاً تسجيل الأصوات الخفصة مُستوى الشدة كنعزاد بعض الطيور





## الصوت والضوء

### التصوير بالصوت فوق السمعي

تسجل أصداء الصوت فوق السمعي كسلسلة من النقاط المتناوبة الصرور معاً لتشكل الصدى المتشغل هذه الصورة لحصى في رحم أمه شُككت حسوناً من مجموعة تقريسات

صورة بالأمواج فوق  
السمعية تؤلفها  
التقريسات

خريطة صوتية فوق سمعية

الاطراف

الشمسة

الجهاز البطني

العقود  
الغري

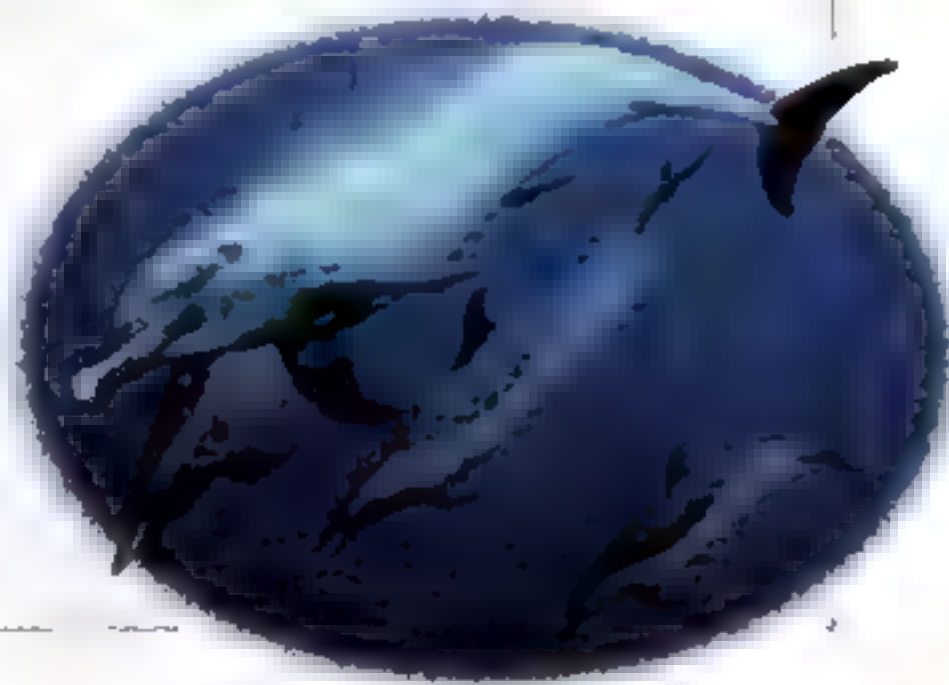
اشارات صدوتة



### تحديد المواقع بالصدى

تستخدم الدلافين ترددات فوق سمعية للتواصل فيما بينها ولتحديد مواقع أسراب السمك والعوائق تحت الماء. فهي تصدر طبقات صوتية عالية ترتد أصدائها عن الأجسام التي يعترضها مما يمكن الدلافين من تحديد حجم وتعد تلك الأجسام في الماء حواليها وهذا النظام

عظم اعانده بحاضته في  
الكشف عن مقترسات  
ككلاب البحر (أي أسماك  
القرش) الحظرة



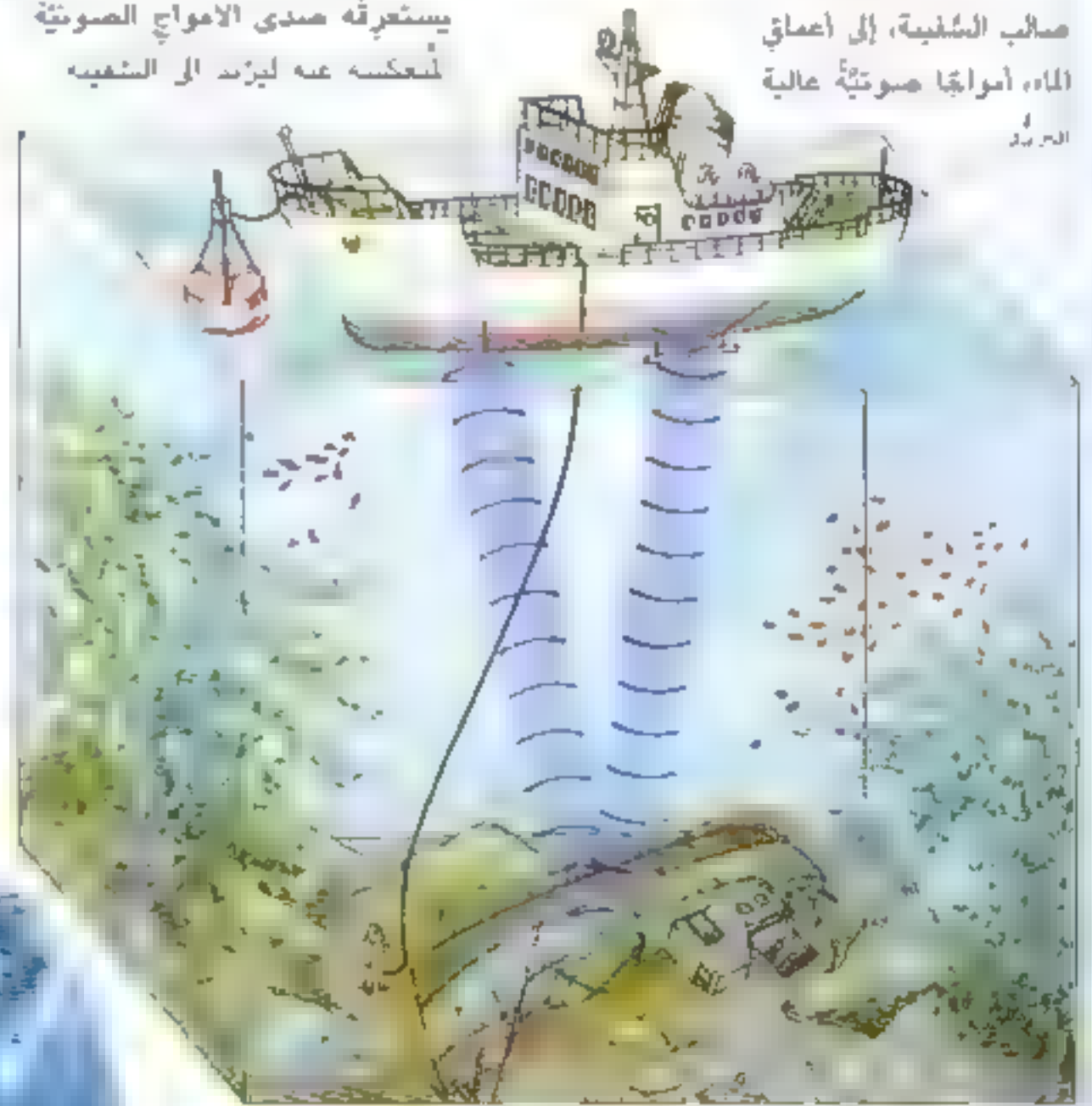
مصدر انطقات الصوتية  
من عضو حاصر في  
رأس الدلفين

### الصوت فوق السمعي

الأمواج الصوتية التي يفوق ترددها ٢٠ ألف هرتز لا يسمعها الأذن البشرية. والصوت الناتج عنها أو عن ترددات كبر منها هو صوت فوق السمعي. ونستخدم لأصوات فوق السمعية في القبط لأن أمواجها، بخلاف الأشعة السينية، لا تتلف الأسطح البشرية. يُرسل مفراس إلى داخل الجسم أمواجاً فوق سمعية تنعكس عن الأعضاء المختلفة، ويتلقى انعكاساتها فترصها صورة على شاشته

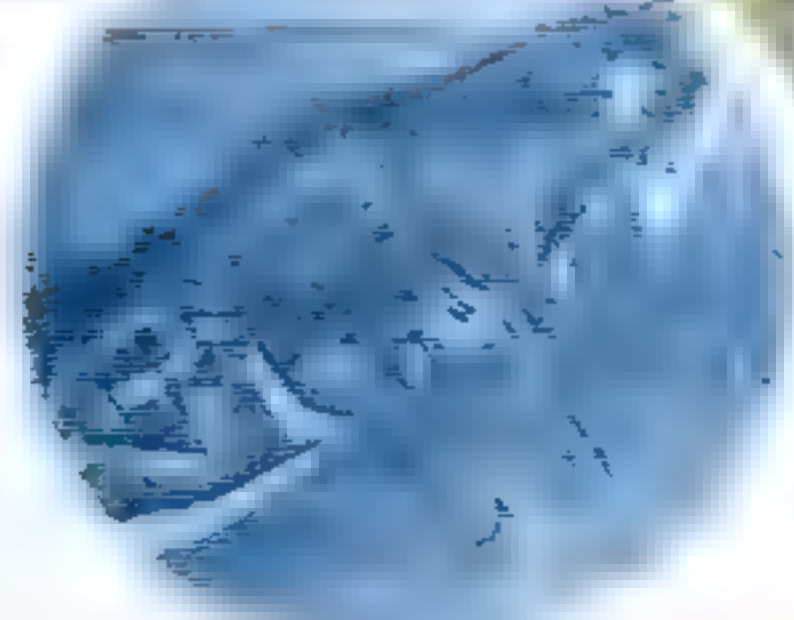
يُشتبان عُقُوق الخظام من الوقت الذي  
يستغرقه صدى الأمواج الصوتية  
لنعكسه عنه ليُرصد إلى الشاشة

يُرسل لسونار، المثبت تحت  
صالب السفينة، إلى أعماق  
الماء، أمواجاً صوتية عالية  
التردد



### احتبار لا إتلافني

المعلومات المهمة في التصوير ببحث أن يكون حالة من بي حيل تسمى بالشموع الدخنة. هذه المعلومات هي مفهوم صدى. قد نسمع صدى في أذنه أثناء الطيران. لذا نختار هذه المعلومات احتساراً لا إتلافياً. نستخدم أصوات فوق السمعي لاكتشاف أي حيل دون أنحق الضرر بالمفهوم. هذه المعلومات فوق السمعية المنعكسة عن مثل هذه الشموع، أن وحدث، تظهر في الضور فوق سمعية على شاشة



نعكس خطاطم الشمعية  
لصوت اصداء

### السبر بالصدى

بركارثة التيك عام ١٩١٢، حين

صطدمت السفينة بحبل حديدي في سفينة اسكر، وقد العادة لمرسى، بون لانجش، مشاريع احداث لتطوير اسوار سمعية حيا اسوار امواج فوق سمعية لتحديد مواقع حيا الحبل واسراب السمك وخطاه السفن أو بحر صاب، ولشبر عميق بحر. يص فرسل نصابت صوتية في السبر، ويرصد الأصداء المرتدة عن أي شيء يحاها. ويقاس الطرى الزمني من إرسال الشعة وانعكاس اصداءها، يمكن احساب عمق الشيء أو بعده عن السفينة

### صورة على الشاشة

هذه الصورة لخظام سمعية تحت الماء تكونت من (مشح) اتجاه الاصداء الواردة. ويذويجاً ارسمت اصاط الاصداء صورة على شاشة الحاسوب

يُعَمَّرُ المَقْوَمُ المعدني في  
الماء الذي يعمل  
كوسط مُوصِّل  
للمُوت

### للمزيد من المعلومات انظر

لصوت والضوء ص ١٧٧  
ومن لصوت ص ١٨٠  
حدث لصوت وسماعه ص ١٨٢  
التقنيات ص ٣٣٤



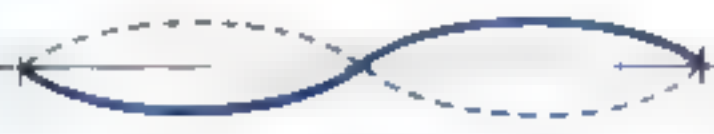
# الأصوات الموسيقية

الآلات الموسيقية جميعها تعمل بذبذبة الهواء؛ فالعازفة أو العازف يتحكم بتردد الذبذبات وسعتها ليعزف الألحان والإيقاعات. أما جرس (أي نوعية صوت) الآلة المميز فيعتمد على كيفية ذبذبة الهواء. يتفخ العازف آلة النفخ الموسيقية إما من خلال فتحة أو عبر لسان ريشي؛ فالهواء داخل الناي (وهي لا تحوي لساناً) يتذبذب ببساطة مُصدراً صوتاً رخيماً نقيّاً. أما في مِزمار القرب فالهواء المنفوخ عبر السِنة أنابيب يتذبذب بنسبٍ مُعقّدة مُصدراً صوتاً غنياً أجشّاً. وتُعرف جميع الآلات الصوتية (اللاكهربائية)، وتريّة أو نفخية أو نقرية بالإباض أو بجَرّ القوس والتفخ والتقر.

عُقْدَة موجية    مَطْنٌ موجي    عُقْدَة موجية



التوافقة الأساسية



اتوافقة الثانية



التوافقة الثالثة

## التوافقات الوترية

التوافقات هي الترددات المختلفة التي يمكن للشئ أن يتذبذب بها. فالوتر المشدود بين دعامين يستطيع التذبذب بحيث يتلائم عدد متباين من الأطوال الموجية على أمداده. فالموجة ذات الطول الموجي الأكثر هي الأساسية؛ والذبذبات الأخرى هي ذات أطوال موجية أقل وبترددات أعلى. وتُعرف هذه السلسلة المتتالية من الترددات بالتوافقات. وسه التوافقات المُحتفة هي التي تُكسب الآلة الموسيقية صوتها المميز.

الانابيب القصيرة تُصدر نغمات عالية الطبقة.

## الأنابيب الجُزمارية

تتذبذب عمود الهواء داخل الأنبوب لتحللاً وتصاعفاً؛ وتتعدّد حركة الهواء عند وسط العمود حيث العُقْدَة الموجية وتكون ذبذبة الهواء على أنصافها عند طرفي العمود حيث نصفاً مسوحة

يتغير توتر الوتر بتدوير الملوي

يُمكن تقصير (تقسيم) الوتر بالصمغ على الاعتبار (الأسانيد)

## السيتار

كل وتر في الآلة الوترية يتذبذب سرّده الطبيعي الحاصل ويُمكن زيادة تردّد الوتر إما بتقصير طوله أو بزيادة توتره أو باستخدام وتر أحت. وهي لتعدد من الآلات الوترية تتجلّ ذبذبات الأوتار إلى جسم الآلة الأجوف - الذي نعرز برنيه الأمام ويصنّفها



## البيانو

تُدق أوتار البيانو المعدية بمطارق تُشعّنها المعانيخ (أصابع العزف) المُتحرّكة) ويستطيع العازف (أو العازفة) صمغ عدد معانيخ معاً ليعزف توليفات نغمية بعض التوليفات عذب سماعه ويُغضها قد يكون شاراً. ويسرّ العزف الناجح هو في مزج الأنغام في توليفات موسيقية متوافقة (هارمونية).

مطابق موجتان عند طرفي الأنبوب المفتوح حيث حركة الهواء القصوى.

الهواء لا يتحرك عند عُقْدَة موجية



الانابيب الطويلة تُصدر نغمات حفيضة الطبقة.



## البوق

بُذبت عازف البوق شفتيه لإحداث الرنين في الهواء داخل البوق. ويستطيع عازف البوق إصدار نغمات مختلفة بتغيير توتر شفّته وفتح وعلقي صمامات تُغيّر طول الأنبوب (وعمود الهواء فيه). أعمدة الهواء الطويلة أبداً ذبذبة من الأعمدة القصيرة وتُصدر نغمات أحفص طبقة وتشدّد التفخ ترتفع جهازة الصوت



## الجَوْقة الموسيقيَّة (الأوركسترا)

إنَّ توليف الأنغام المُختلفة الطقة من آلات وَتَرِيَّة وآلات نُفْح ونُفْر في الأوركسترا يُنتج تَوْعًا صحفًا من الواقعيَّات والحُرْس لِمُتَمَيِّز وهو توبيف مُحَقَّق ومُدروسٌ بعبدة فكلُّ مجموعة (أو وَحدة) من الآلات لها دورها الخاصُّ في أداء القطعة الموسيقيَّة والجَوْقة الموسيقيَّة قد تُعرف بعمومها ورَفَّة بالكاد تُسمَّع لكن عندما يُشارك أفراد الفرقة جميعهم في العزف عاليًا، فإنَّ مُستوى الصوت قد يبلُغ ١٠٠ ديسيبل

وحدة آلات النُفْر تُعرف أحيانًا بـ  
الآلات في البناء واحد.

وحدة الآلات النُحاسيَّة تُضمُّ الأبواق على أنواعها (من أبواق وترنثونات وتيوبات)

تُسمَّى أوتار القيثارة تُعرف

فائد الأوركسترا بضبط الإيقاع معصلاً وتوجيه الإشارات إلى العازف المُختص شخصيًا

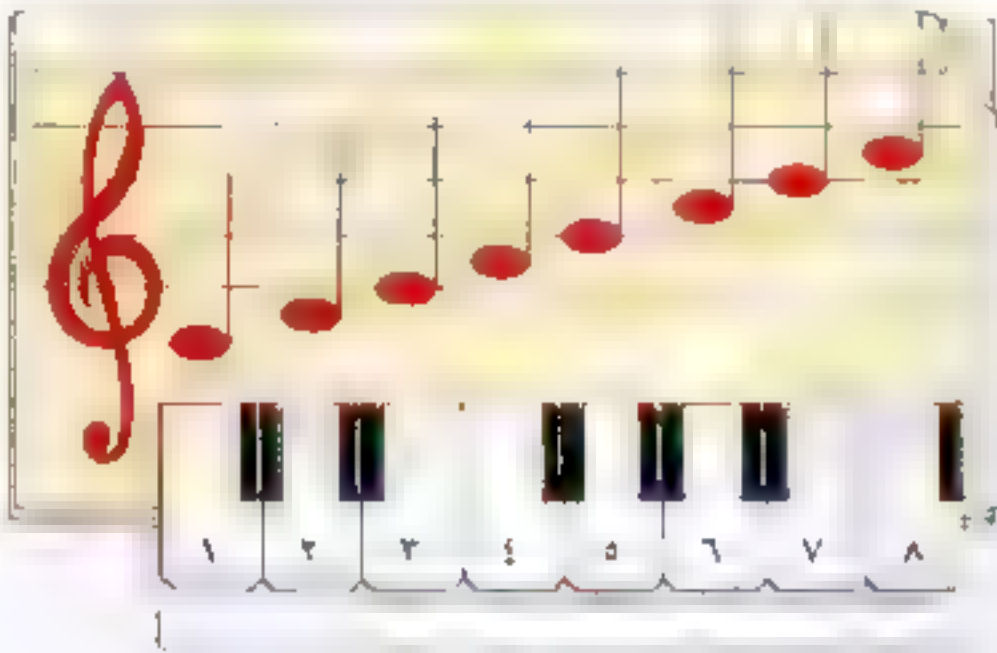
الآلات الوترية الكثرة، كالشيللو والكمن المزدوج (الذبل باز)، تُصدر أحفص الأصوات طنقة

وحدة آلات النُفْح الحشبيَّة بضمِّ الصُّرنايات (الكلايينات) المُفردة ريشة اللسان والمزمار والناسونات (الرُماجرم) المُزدوجة ريشة اللسان والنايات العديدة اللسان

أوتار الكمان والفُيُولات تُصدر الأصوات بجرُّ القوس عليها أو بإصبعها

## السُّلَم الموسيقي

تُسمَّى السُّلَم الموسيقيَّة سُلَمًا لأنَّها تُدرِّجًا سببي طبيعيَّ عُدَّت النُغمَة الأخيرة في أعلى السُّلَم ذات تردُّدٍ مُعَدَّد تمام صعب تردُّد النُغمَة الأولى في أسفلها. العنقود الثلاث تردُّد إحداهما ضعف تردُّد الأخرى تقول إنَّه يُفصل بينهما جَوَات (ثُمانيَّة نغم)



جَوَات (ثُمانيَّة نغم)

٢٦٢ ٢٩٤ ٣٣٠ ٣٤٩ ٣٩٢ ٤٤٠ ٤٩٤ ٥٢٤

كلُّ نغمة في سُلَم موسيقي هي تردُّد صوتي مُعَدَّد

الحلْدُ المُشدود يُصدر صوتًا عالي الطنقة، بينما يُصدر الحلْدُ الرَّاحي صوتًا حفيص الطنقة

## قِرْع الطبول

النُفْح والإصراع المُستطمان من آلات النُفْر، كالصُور، يُضمدن على الموسيقي مرآحًا شاملاً يهتُر حلْد الطبل بالقرع، ويحبُّ صُنْفُ القِرْع بأشدَّه اللارمة بماذا لحف الألة بدلت بالشكل الصحيح الجُلْد المُشدود أكثر يُصدر صفة صوتية أعلى، كما الوتر الأشدُّ توتر يُصدر نغمة أعلى



### لمزيد من المعلومات انظر

- الاهتزازات ص ١٢٦
- قداس الصوت ص ١٨٠
- خهارة الصوت ص ١٨١
- إحداث الصوت وسماعه ص ١٨٢
- ابحاث الصوت وامصاصه ص ١٨٤
- خاتق ومعلومات ص ٤١٢



## فيثاغورس

كان الفيلسوف والرياضي الإغريقي، فيثاغورس (٥٨٢ - ٥٠٠ ق.م.) يعتقد بإمكانية التعبير عن الجمال والأنغام عديديًا. وقد عرَّف العلاقة الرياضيّة بين طبقة الصوت وطول الوتر أو الأبواب، أو حجم الجرس الذي يُصيرها. ووجد أنَّ تقصير الوتر إلى نصفه يُضاعف تردُّد ذلته الأساسيَّة ويريد طبقة النغم جوابًا (ثُمانيَّة نغم).



# تسجيل الصوت

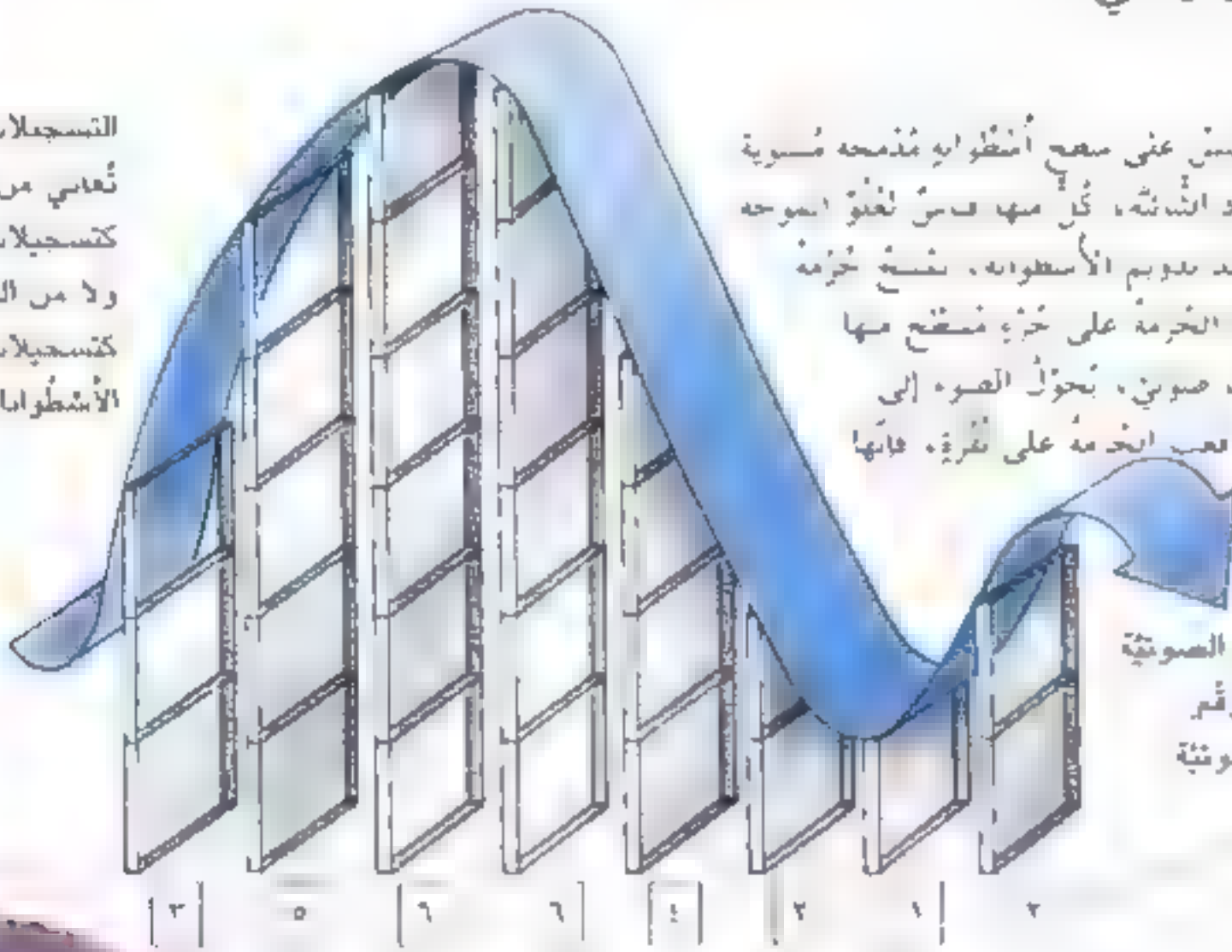
تُسَخَّرُ الأصوات على  
أسطوانات مدمجة كغير  
دقيقة يُمكن كشفها  
وإستخلاصها بالليزر



الثقور هي  
أرقام  
بالأعداد  
الشبكية

كما الكلمات المكتوبة على الورق تُقرأ مرارًا وتكرارًا، كذلك الأصوات يمكن تسجيلها واستعادتها مرةً بعد أخرى. التسجيلات الصوتية كلها تُخزن الأصوات باستنساخ تموجاتها. هنالك نوعان من التسجيل الصوتي: النظيري والرقمي. في التسجيلات النظيرية تُخزن أنماط الأمواج الصوتية كخط متعرج يُخزَّن على أسطوانة، أو كأنماط مغناطيسية على شريط. أما التسجيلات الرقمية فتحوّل فيها أنماط الأمواج الصوتية إلى أرقام تُوضَع مواقع كافة النقاط على الموجة الصوتية قبل تسجيلها. وتُخزن هذه الأرقام كقُرر دقيقة على أسطوانة مدمجة أو كأنماط مغناطيسية على شريط سمعي رقمي، ثم يُعاد تحويلها إلى صوت بمعالج صغري رفاقي.

التسجيلات الرقمية لا  
تُعاني من الهسيس  
كتسجيلات الأشرطة،  
ولا من الخدوش  
كتسجيلات  
الأسطوانات



## التسجيل الرقمي

يُسَخَّرُ الصوت نغمةً تُكسَّن على سطح أسطوانة مدمجة مسوية هذه الثغور هي أرقام بالأعداد الشبكية، كل منها فاصل لغزو الموجة الصوتية في لحظة مُعَيَّنة. عدد يدورم الأسطوانة، يفسح خزانة انغرفة سطحها، وإد سنط الخزانة على خزانة سطحها تعكس الخزانة نحو مكشاف صوتي، يُحوّل الضوء إلى سحاب كهربائية، لكن إذا وقعت الخزانة على ثغور، فإنها تعكس بعداً

بغدي رأس الشحير بالإشارات  
الكهربائية من الميكروفون، فيرشد  
مجاله المغناطيسي الجسيمات في نمط  
مُعَيَّن.



يُمكن تسجيل الأمواج الصوتية  
كسلسلة رقمية: كل رقم  
يُحدّد غلظ الموجة الصوتية  
في لحظة مُعَيَّنة

## التسجيل الشريطي

شريط التسجيل داخل الحافظة (الكاسيت) مُغطى بطبقة أكسيدية  
تحتوي جزيئات مغناطيسية. في شريط عمل نسخة الخسومات  
المغناطيسية عنوناً، لكن بعد تسجيل الصوت تُحدّد نمط  
بتساوق مع الصوت المُسَخَّر

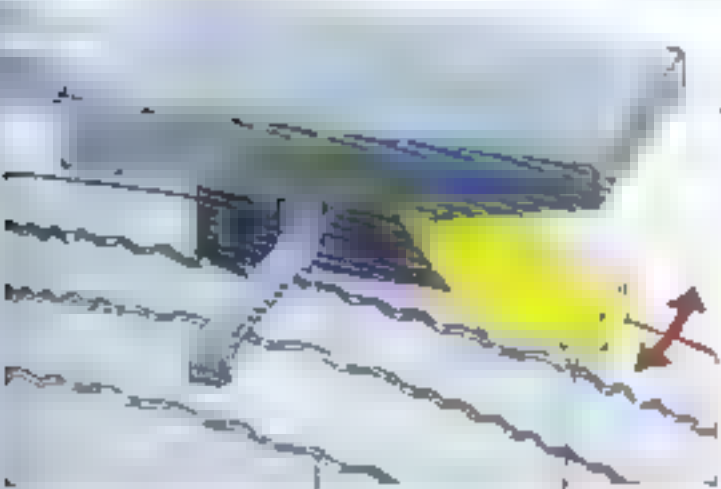
## ستوديو التسجيل

تجري استحداث مزج (توليف) الأصوات  
من الآلات المُختلفة والمُعَبَّر، وليس من  
الضروري تسجيل كل شيء دفعةً واحدة. إذ  
يستطيع مُهندس الصوت إضافة الأصوات واحداً  
فوق الآخر. فهو يُوجّه عملية المزج بتحريك  
مقاليذ التزلاقية على نصيد التوليف



## الأسطوانات

تُهرَّبُ إبرة مغزلة الأسطوانات (الفونوغراف)  
أثناء سيرها في خزانة الأسطوانة ثباتاً لِنَمَطِ  
الأمواج الصوتية لتُسَخَّرَ عنها وهذه  
الاهتزازات تُنقلُ إلى راس كهربائية في رأس  
اللامص في أسطوانات المُحَمَّس سائر أنماط  
فلا على حاسي الحز  
مُخَرَّجُ الأصوات المُحَمَّس  
من المحرّرين الأتم  
ولايسر (نحشمة)

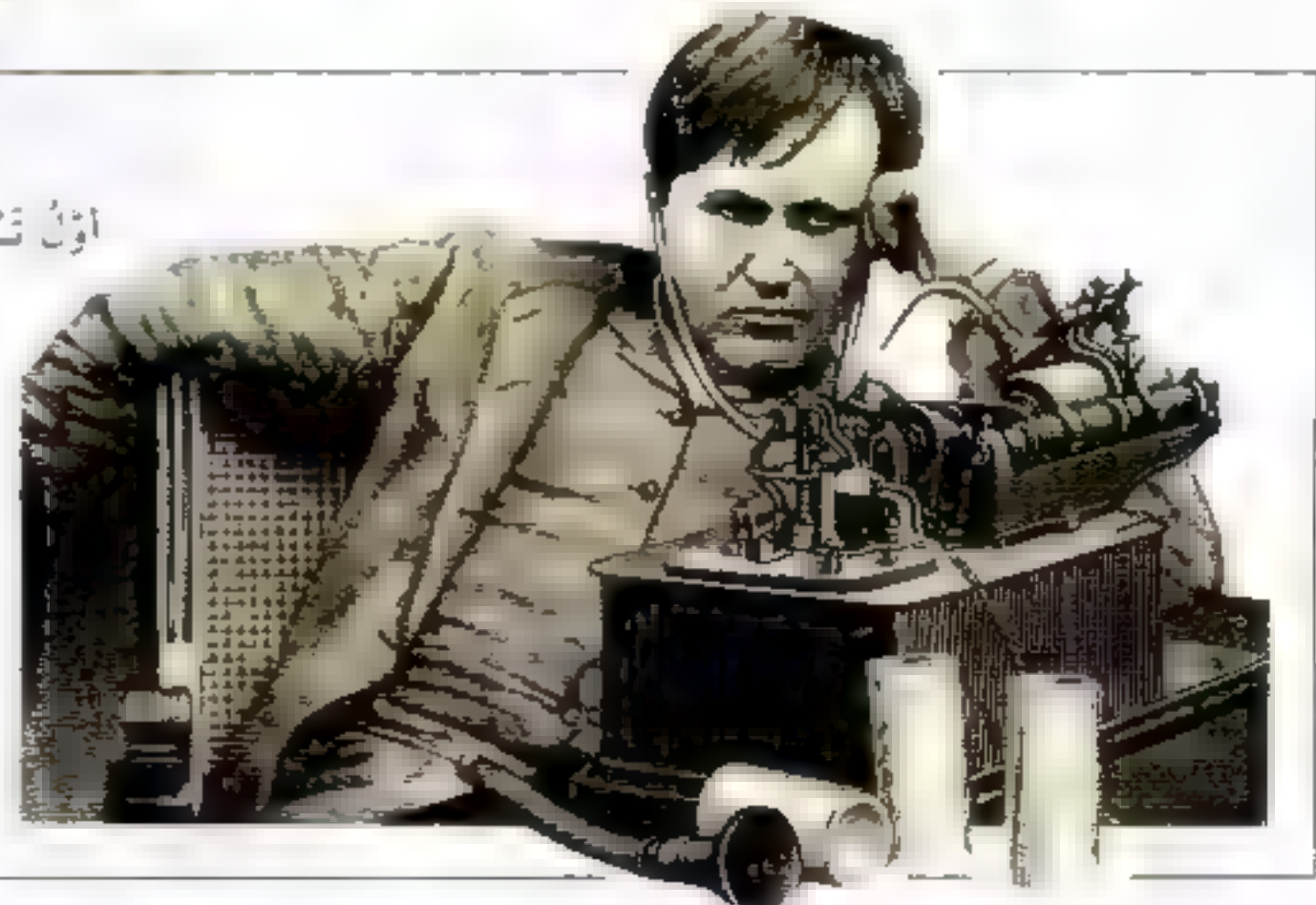


ثغري إبرة  
المغزلة في الخزانة

إبرة طولها ٤  
متر وأكثر

## توماس إديسون

أوّل تسجيل صوتي كان عام ١٨٧٧، أجراه  
توماس إديسون (١٨٤٧-١٩٣١)  
لكلمات إحدى أمائد الأطفال سخلها  
صوته على فونوغرافه. وقد أُجري  
هذا التسجيل بحذو حُر في أسطوانة  
شمعية. ولم يكن فونوغراف إديسون  
يعمل كهربائياً، بل اعتمد فقط على  
الاهتزازات الميكانيكية للإبرة في  
تسجيل الأصوات واستعادتها.



## لمزيد من المعلومات انظر

- أشياء لمئات ص ٣٩
- المغناطيسية ص ١٥٤
- الكهرمغناطيسية ص ١٥٦
- لأصوات الإلكترونية ص ١٨٩



# الأصوات الإلكترونية

جميع الأصوات المعروفة، بما فيها الصوت البشري، يُمكن إحداثها إلكترونياً بتقنيات الأصوات الرقمية. وتستطيع الآلات الإلكترونية أيضاً تخليق أصوات جديدة بالكامل. والآلات الصوتية يُمكن أن يُستدل بها أصوات مُخلقة أو عيّنات صوتية تُعرف إقبالاً أو إداراً أو بطبقة مختلفة أو يُمكن مُعالجتها حاسوبياً بأساليب مُتنوعة. كما يُمكن أيضاً إضافة الأصداء والترجيعات إلى الأصوات إلكترونياً. والواقع إنه من المُمكن لشخص يعمل بمفرده على لوحة مفاتيح وحاسوب، في غرفة صغيرة، أن يُخلق أصوات أوركسترا بكاملها.



الرائد الألي نغز  
توتر الاوتار بحيث  
يُمكن دَورَها.

مُعالج المؤثرات يُمكنه إضافة  
الضدى أو الضمانية أو  
التشويه إلى صوت الجيتار.

عند تذبذب  
الوتار تُنتج  
اللافتات الصوتية  
نحتها اشارات  
كهربائية  
صغيرة

منحني عازف  
الجيتار مُعالجه  
الإشارات  
سواءه قديمة

المُضخم يُضخم  
الإشارات من الجيتار  
لتشغيل المُجهر

## المؤثرات الخاصة

تُنتج الموسيقى الإلكترونية والتأثيرات المرافقة، للإداعة والسمفونية، في مُعدي راديوهوت. في بدايات السبعينيات لإداعي، كانت أصوات الرغدا مثلاً، تُنتج بهزيمه صفائح معدنية كسرة، و أصوات وقع حوافر لحسن بالتقر على قنور حور الهند أما اليوم، فُمكن تحيقيق هذه الأصوات إلكترونياً.



## الأصوات المُولقة

تُؤلفه تُمؤسسة نحت الأصوات إلكترونياً المُولقة التي صممها المهندس الأمريكي روبرت موع في احمبيات، كتب نغز نغمة واحدة في كُل مرة، أما المُولقات الرقمية الحديثة فتمكّننا من إنتاج برساب مُعقّده جداً من لأصوات فالبروسور سيس فوكنج، الذي لا يصنع سَكَم، يواصل مع الناس مُستخدماً حاسوب يُنتج الكلمات.



تُدخل الكلمات إلى الحاسوب عبر لوحة المفاتيح فيُنتج بها مصوت مُؤلف.



بواسطة وحدة معالجة رقمية  
بلاات الموسيقى، يُمكن برمجة  
حاسوب ليصنع الأصوات  
التي تُنتجها الآلات الإلكترونية

لوحة المفاتيح

مكبة الطنول

## البيئة الرقمية للآلات

### الموسيقى (منظومة عيدي)

هذه المنظومة الرقمية من الآلات الموسيقية تُمكن الحاسوب من استرارة الآلات المُحصنة، كدخات المفاتيح ومكبات الطنول، التي تعمل لُصدر الأصوات معاً أو على التوالي. وهذا يعني أن المُولقات لموسيقى، تُستخدم هذه المنظومة، يستطيع وضع موسيقى الأفلام السعدية والتفريشة والأغاني اشعت دون حاجة إلى الاستعانة بحرفه موسيقى أو أوركسترا

### لمزيد من المعلومات أنظر

- الخواص من ١٧٣
- فاس الصوت من ١٨٠
- انعكاس الصوت وامتصاصه من ١٨٤
- الأصوات الموسيقية من ١٨٦
- تسجيل الصوت من ١٨٨

## الجيتار الكهربائي

الصوت الذي يُحدثه الجيتار الكهربائي يذاته هتيل بشيء، لكنه بالكهرباء يُعزّز ويُضخم. فبعض لأوتار المعدنية يهزها، وتتحول هذه الذبذبات إلى إشارات كهربائية صغيرة في اللافتات تحت الأوتار. وهذه الذبذبات بتورها تُضخم وتُنتج جعل صوت الجيتار واضحاً أو ضامياً، عدياً باعماً أو أحتر خشناً.

## اختيار النماذج

تُنتج الصوت معدنوهو

تُنتج نغمة النماذج الأصوات الطبيعية ويُحترها رقمياً، وبعد الاستمادة، يُمكن تدبيل الأرقام لتعبر ترددات الصوت الأصلي وبسبي طعمه وهكذا يستطيع مُنتجي سمادج بركيب شمر موسيقى حتى من صوت كتب يُنتج

تُنتج الصوت

بواسطة لوحة المفاتيح



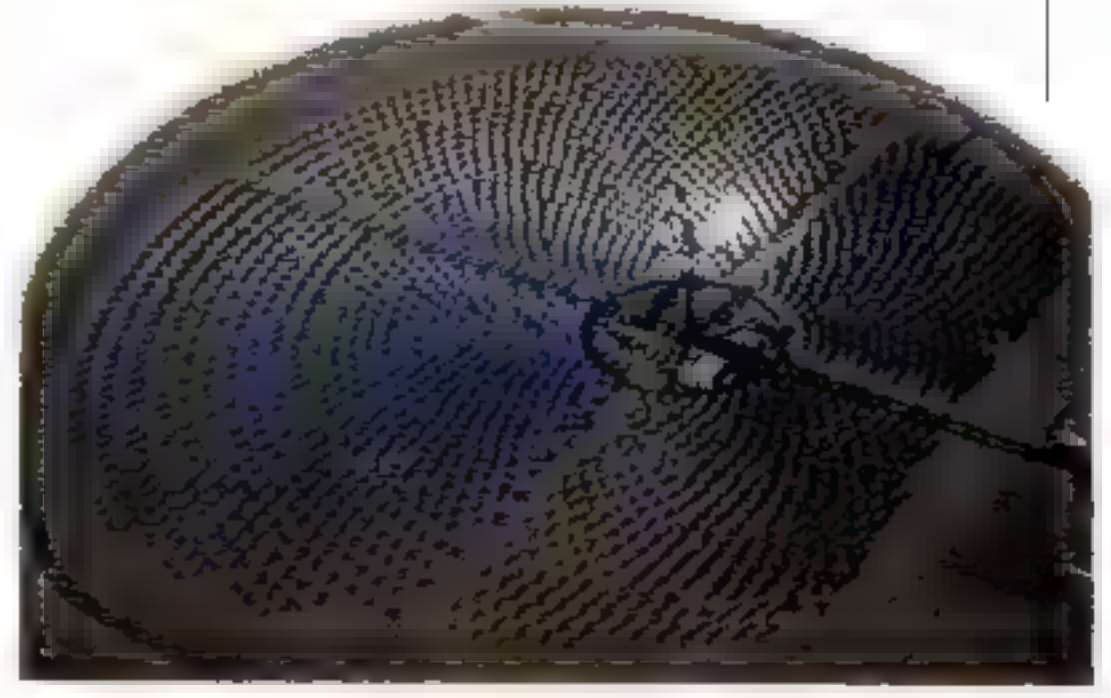
تُنتج الأصوات رقمياً في مُنتهي النماذج





# الضَّوُّءُ

ما هو الضَّوُّءُ؟ إنَّه شيءٌ نَراه ونُفِئِدُ مِنْه يَومِيًّا، لَكِنَّه قَلَمًا يُشِغِلُ تَفْكِيرَنَا. وَهُوَ شَكْلٌ مِنْ أَشْكَالِ الطَّاقَةِ؛ فَطَاقَةُ الشَّمْسِ هِيَ مَصْدَرُ القُدْرَةِ لِمُخْتَلِفِ الكَائِنَاتِ الحَيَّةِ عَلَى الأَرْضِ. يَسْري الضَّوُّءُ بِسُرْعَةٍ فَائِقَةٍ جَدًّا؛ فَمَا أَنْ تَفْتَحَ مِقْلَادَ المِصْبَاحِ الكَهْرِبَائِيِّ حَتَّى يَغْمُرَ الضَّوُّءُ المَكَانَ، إِذْ يَسْري الضَّوُّءُ بِسُرْعَةِ ٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر في الثَّانِيَةِ؛ وَهِيَ السَّرْعَةُ الحَدِيثَةُ القُصْوَى فِي الكَوْنِ، وَلَا شَيْءٌ يَسْتَطِيعُ تَجَاوُزَهَا. أَحْيَانًا يَظْهَرُ الضَّوُّءُ كَأَنَّهُ ذُو طَبِيعَةٍ مَوْجِيَّةٍ؛ لَكِنَّه، بِخِلَافِ أمَواجِ الصَّوْتِ والماءِ، يَسْتَقِلُّ فِي الفَرَاغِ أَيْضًا؛ وَأَحْيَانًا يَبْدُو الضَّوُّءُ وَكَأَنَّهُ دَفْقٌ مِنَ الجُسيماتِ. يَنبَعِثُ الضَّوُّءُ عَادَةً مِنَ الأَحْسامِ السَّاخِنَةِ كالشَّمْسِ والنَّارِ، لَكِنْ يُمكنُ تَوَلِيدُهُ بِطَرِيقٍ أُخْرَى أَيْضًا. فَالكَهْرِبَاءُ تُنْبَعِثُ الضَّوُّءُ وَكَذَلِكَ بَعْضُ التَّعَاغُلَاتِ الكِيمَاوِيَّةِ كَبِتْلِكِ الَّتِي تَحْدُثُ فِي الجُبَّاحِبِ فَتَجْعَلُهَا تَتَوَهَّجُ فِي الظُّلْمَةِ.



## الطَّاقَةُ الضَّوِّيَّةُ

يُمْكِنُكَ تَحْسُّسُ الطَّاقَةِ الضَّوِّيَّةِ وَاتِّ شَمْسِ فِصْوَةِ الشَّمْسِ يُدْفِئُ حَسَمَتِ وَنُحْدُثُ فِي حَلْدِكَ تَعَاغُلًا كِيمَاوِيَّةً نَسْفَعُهُ وَنَلْفَحُهُ إِنْ كَمَّةِ لُصْوَةٍ لَسَاقَطَةٍ عَلَى مِترٍ مُرْتَعٍ وَاحِدٍ مِنَ سَطْحِ الأَرْضِ يُمكنُهَا تَعْمَلُ عَشْرَةَ مِصَابِيخَ كَهْرِبَائِيَّةٍ وَمَحْدُثَاتِ القُدْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ تُسَخِّرُ هَذِهِ الطَّاقَةَ بِاسْتِخْدَامِ مَرَايَا لِتَرْكِبِ أَشْفَقَةِ الشَّمْسِ فِي مُسْتَقْبَلِ مَرْكَزِيٍّ يُحَوِّلُ المَاءَ إِلَى نَحَارٍ؛ وَهَذَا بِدَوْرِهِ يُسْخِذُهُ فِي تَوَلِيدِ الكَهْرِبَاءِ.

الأحسام الساخنة،  
كصيلة هذا المصباح  
الموقدة، تنبعث  
ضوءًا

وأحيانا يبدو  
الضوء وكأنه  
دفق من  
الجسيمات

يبدو الضوء أحيانا كأنه  
يسري بأمواج فتستعرضه

مראה

تستعرض حزمة الليزر على  
المرآة كما ترتد حزمة  
الليزر من حافته  
الطاوله

ضوء حزمة الليزر،  
في الفراغ يسري  
بخط مستقيم

## الانعكاس والانكسار

يسري الضَّوُّءُ فِي المَرَجِ بِخَطِّ مُسْتَقِيمٍ، لَكِنَّهُ يَنحَرِفُ، مُعْتَرِياً نَحْوَهُ، عِندَمَا يَسْتَقِلُّ مِنْ وَسْطِ شَفَافٍ إِلَى أُخْرَى مَعْضُ السَّطُوحِ كَالْمِرْيَا، يَعْكَسُ لُصْوَهُ كَمَا يَرْتَدُّ الكُرَّةُ مِنْ سَطْحٍ ضَلْبٍ أَوْ المَوَادِّ الأُخْرَى، كَالْمَاءِ وَالرُّجْحِ، فَتَكْسِرُ المَرْجَمُ الضَّوِّيَّةَ، مُقَدِّمَةً سُرْعَتِهَا وَمُغَيِّرَةً نَحْوَهَا فَمَثَلًا عِندَ اتِّعَادِهَا بِهَا مِنَ الهَوَاءِ.

تتكسر حزمة الليزر عند اتِّعَادِهَا  
كُتْلَةً رَاحِيَّةً، فَيَنحَرِفُ مَسَارُهَا  
عِندَ اتِّعَادِهَا مِنَ الهَوَاءِ إِلَى الرُّجْحِ

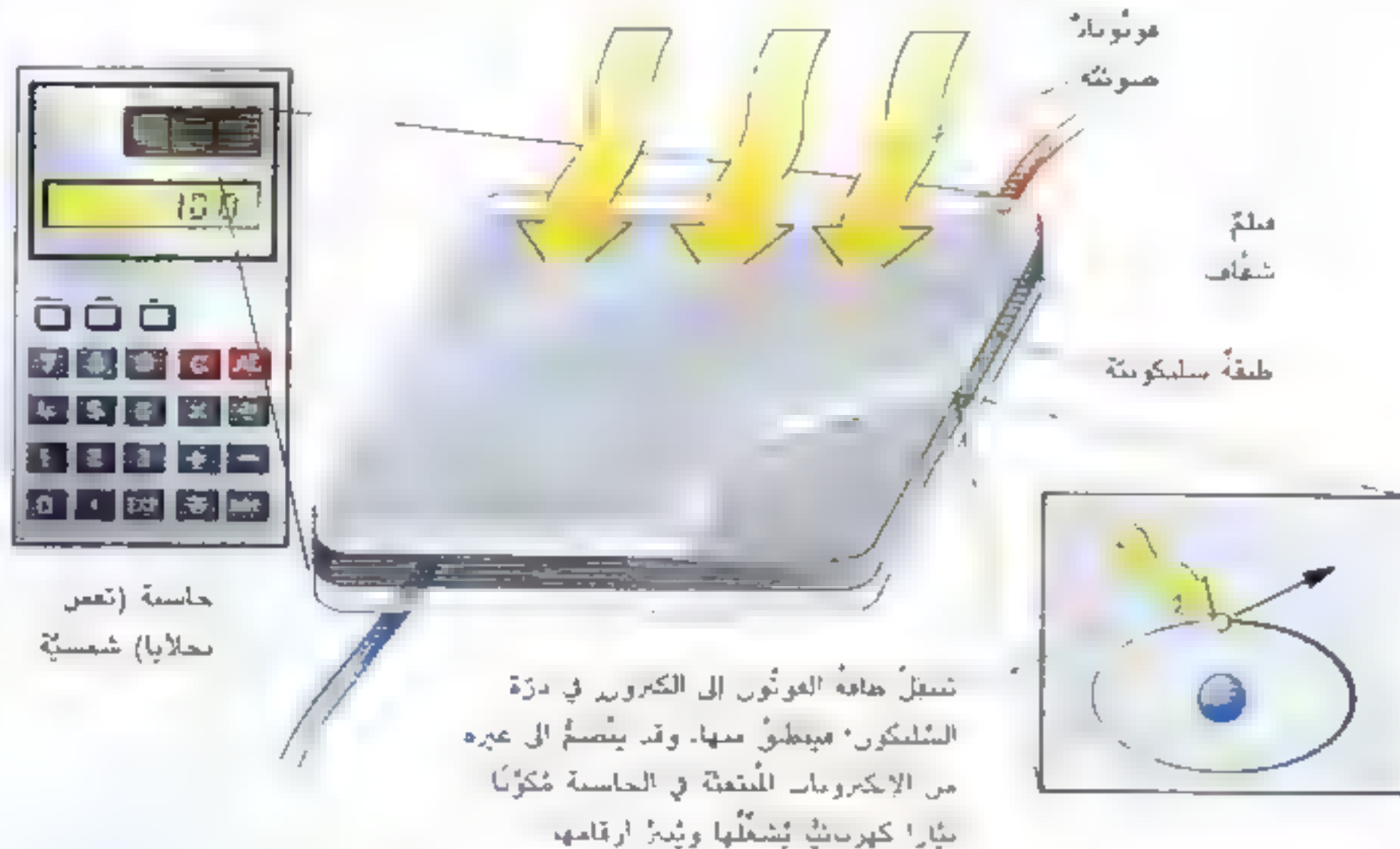
## جُسيمِي الطَّبِيعَةِ أَمْ مَوْجِيَّهَا؟

اعْتَقَدَ إِسْحَاقُ نِيوتُن (١٦٤٢-١٧٢٧) أَنَّ الضَّوُّءَ يَتَأَلَّفُ مِنْ جُسيماتٍ مَخْهَرِيَّةٍ تُشَبِّهُ كُرَاتِ النَّارِ الدَّقِيقَةِ فِيمَا اقْتَرَحَ الرِّيَاضِيُّ الهُولَنْدِيُّ، كَرِيسْطِيَانُ هَيْجَنز (١٦٢٩-١٦٩٥) أَنَّ الضَّوُّءَ حَرَكَةٌ مُوَحَّدَةٌ كَأَمَواجِ الصَّوْبِ أَوْ المَاءِ أَمَّا نَظَرِيَةُ الكَمِّ الحَدِيثَةُ فَتَعْمَلُ حَوَاصِلَ لُصْوَةٍ مُوَحَّدَةٍ، فِي بَعْضِ الحَالَاتِ، وَحَوَاصِلَ العُجْمَةِ فِي حَالَاتٍ أُخْرَى بِطَبْعَتِهِ المُتَرَدِّدَةِ



## الظاهرة الكهرضوئية

شعّة الضوء الشاطئة على مرآة، ذي خاصية كهروضوئية، سعت بعض الإلكترونات من ذرات ذلك الميزر وتستخدم هذه الظاهرة الكهرضوئية في لحايا الشمسية التي تبذل الحاسبة الإلكترونية لشمسية كهربائية تولدها من الضوء. إن زياده شدة الضوء لا تزيد سرعة الإلكترونات المنبعثة، بل تزيد عددها وذلك يمكن تعديله فقط باعتبار الضوء رمزاً صغيراً من الطاقة الصوتية تدعى فوتونات بعدما يندمج الفوتون ذرة تسهل طاقته إلى أحد إلكترونات الذرة مبطلون، متعاً، منها وبأرادة الفوتونات تزداد الإلكترونات المنبعثة (المنطلقة) من الذرة



تسهل طاقة الفوتون إلى إلكترون في ذرة الشلكون، مبطلون منها. وقد يتصلب إلى غيره من الإلكترونات المنبعثة في الحاسبة مكوناً ثياراً كهربائياً يشغلها ويبدل أرقامها

## نظرية الكم

لغريباتي الألماني، ماكس بلانك (١٨٥٨ - ١٩٤٧)، كان أول من أرتأى أن الضوء ليس موجي الطبيعة فقط ولا حسي الطبيعة فقط، بل إن له خصائص الطعير وقد وضع ألبرت أينشتين هذه النظرية فيما بعد معترفاً بعكس الضوء وانكساره وانعراجه، معترفاً بصحة الموجة بتذبذب وأطوال موجية، كأموح الصوت أما ظاهرة انبعاث الذرات وامتصاصها للضوء فمظهر لكون الضوء ذرات من الحسيمات تعرف بالفوتونات، كل منها يحمل كمية معينة من الطاقة. وهذا هو محتل نظرية الكم



تتلفى الذرة طاقة مستشيرة، أخذ إلكتروناتها ليقتصر إلى مستوى طاقي أعلى

## الحبيوز والتداخل

إذا عثرت الحزمة لصورته شيئاً حقيقياً فإنه يعرف شيئاً عد حاد وتشتت وتكثف أرداد بصوت الشفق، تنبع الانتشار، ويعرف هذا بالحيوز (أو الانعراج) يمكنك من هذه الظاهرة أن تحرب (صق) عثرت ماخر إلى مصباح الشارع عثر أهداب أحماض إذا براكث حرمات متعرجات فاشهد ندي كوكبه لا يمكن تعلينه إلا بأعصار الضوء اموح من ذرة ونظون حيث تلاقى (وتتطرق) ذروان (أو قطرات)، يهز رقعة برة، أما حيث يلتقي نظون مع ذروة فإنهما يلعبان واحداهما الآخر، تظهر بقعة مظلمة، ويعرف هذا بالتداخل



## سرعة الضوء

يسري الضوء بسرعة فائقة جداً بحيث لا يمكن قياس زمنه

لقد بقيت سرعة الضوء غير معروفة حتى عام ١٨٤٩، فقد أرسلت حزمة ضوئية عثر أسنان دولاب فستقي نحو مرآة على بعد ٩ كم، وسرع دوران الدولاب حتى أمكن مشاهدة حزمة الضوء المنعكسة عثر فجواب الأسان دون انقطاع فادرك فيرو أن الضوء قد سري نحو المرآة وعدد منه في الوقت الذي استدر فيه الدولاب سراً واحدة

يُدوّم الدولاب المسنن بسرعة فائقة بحيث أن حزمة الضوء المنطلقة نحو المرآة من فتحة بين سنين تقوّر عثر العجوة التسة

الضوء من المصدر ينعكس على المرآة عائداً فباشرة من بعد ٩ كم.

مصدر الضوء

تسرّع المرافث دوران الدولاب حتى يرى حزمة الضوء متواصلة



## لزيد من المعلومات انظر

- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- لضوب ص ١٧٨
- الضيف الكهريمطيسي ص ١٩٢
- مصادر الضوء ص ١٩٣
- الانعكاس ص ١٩٤
- الانكسار ص ١٩٦
- الضوء والمادة ص ٢٠٠



# الطِّيفُ الكَهْرِمَغْنَطِيسِيّ

كما يتَّيَقُلُ الضَّوُّءُ أَمْوَاجًا، كذلك أشكالُ الطاقة الأخرى بما فيها الأمواج الراديويَّة والصُّغْرِيَّة (الميكروية) وفوق البنفسجيَّة؛ وهي كُلُّها أمواجٌ كهْرِمَغْنَطِيسِيَّةٌ تُؤَلَّفُ في مُجْمَلِها ما يُدْعَى الطِّيفَ الكَهْرِمَغْنَطِيسِيّ. إنَّ ألوانَ قَوْسِ قُزَحٍ هي الجزء الوحيد المرئي في هذا الطيف، فكلُّ الأمواج الأخرى غير مرئيَّة. إنَّ جميع هذه الأمواج تُسري بِسرعة الضَّوِّء، لكنَّ كُلَّ مجموعةٍ منها لها أطوالٌ موجيَّةٌ مختلفةٌ، وتحملُ كمِّيَّاتٍ مُتبايئةً من الطاقة. فالأمواجُ دُونَ الحمراء والأمواجُ الصُّغْرِيَّة والراديويَّة أطولُ أَمْوَاجًا من الضَّوِّء المرئي وتُحْمِلُ طاقةً أَقْلَ منه. أمَّا الأشعَّةُ فوق البنفسجيَّة والأشعَّةُ السَّيْنِيَّةُ وأشعَّةُ جاما فأطوالُها المَوْجِيَّةُ أَقْصَرُ من الضَّوِّءِ المرئي وتُحْمِلُ طاقةً أَكْثَرَ منه.

## أشعَّةُ جاما

أشعَّةُ جاما شديدةُ الاختراق وهي تحملُ كَمِّيَّاتٍ كبيرةً من الطاقة بحيثُ تُثبِتُ الخلاياِ الحَيَّةِ بِدَمْرٍ عَظِيمٍ. تُسبَبُ أشعَّةُ جاما من بوزِ الدَّرَّاتِ الإشعاعيَّةِ في التَّفاعلاتِ والانفجاراتِ النَّوَوِيَّةِ

الشَّمْسُ مصدرٌ للأمواج  
الكَهْرِمَغْنَطِيسِيَّةِ



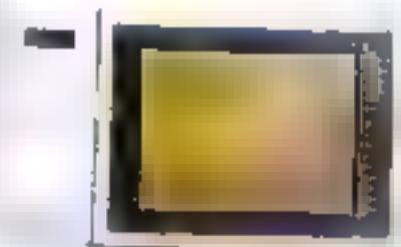
## الأمواجُ الراديويَّة

تتراوَحُ الأطوالُ المَوْجِيَّةُ للأمواجِ راديويَّةِ المُسْتَخْدَمَةِ في البَثِّ الإذاعيِّ والتَّلهفونيِّ بين مئات الأمتار وبضع عشرات من السَّيْمِترِ. وهناكُ غَلاظَةٌ واثِقَةٌ بينَ حجمِ الهوائيِّ المُلَاحَظِ لأشعاطِ إشاراتِ راديويَّةِ (اللاسلكيَّة) وبينَ العَولِ المُوحى

الضَّوُّءُ المرئيُّ هو  
الجزءُ الوحيدُ من  
الطِّيفِ الكَهْرِمَغْنَطِيسِيّ  
الذي يُعَكِّرُ رُؤْيَا

## الأمواجُ الصُّغْرِيَّة

الأمواجُ الصُّغْرِيَّةُ أَقْصَرُ الأمواجِ الراديويَّةِ، وهي تُسْخِطُ في رِسانِ إشاراتِ الرِّادارِ بعضَ الأمواجِ الصُّغْرِيَّةِ ذوِ بَرْدِيَّةٍ مُساوٍ لبرْدِ خُرُباتِ الماءِ، فيُكْرِّهُنَّ تُسْخِطُ هذه الأمواجُ في إنْصَاحِ الصَّعَامِ الرُّطْبِ، بِذِ تَحْوِيلِ طاقَتِها إلى حَرَارَةٍ سَدِيدَةٍ خُرُباتِ الماءِ



## الأمواجُ دُونَ الحمراء

تُشعَّتُ جميعُ الأَحْياءِ الدَّافئةِ أشعَّةً دُونَ الحمراء وتُستَخدَمُ هذه الأشعَّةُ في الصَّيْطِ مُوَبَّرَةٍ فِيهِ حَاضِيَةٌ تُدْعَى ضَوْراً حَرَارِيَّةً، يُشعِّلُ كُلُّ لَوْنٍ فِيها دَرَجَةَ حَرَارَةٍ حَديثَةٍ مُختلفةٍ تتراوحُ بينَ الأصْفَرِ (أَحْمَرًا) والأَزْرقِ (أَبْرَدًا)

## الأشعَّةُ السَّيْنِيَّةُ

### (أشعَّةُ إكس)

لأشعَّةُ سَيْنِيَّةٌ فِيها من الطاقة ما يَجْعَلُها تُخَرِّقُ طَبَقَةَ سَمَكَةِ من المادَّةِ بما فيها الحُصْنِ تُسْري وهي ضَوْراً شَدِيدٌ يَهْزُ أَعْزَاجَ لَحْمٍ كَثِيفَةٍ ضَلالاً



## الأمواجُ فوق البنفسجيَّة

يُحَوِي صَوْتُ الشَّمْسِ أشعَّةً فوق بنفسجيَّةً والكَمِّيَّاتُ القليلة من هذه الأشعَّة مُفيدَةٌ لَنَا، لكنَّ الكَمِّيَّاتِ الكبيرة منها قد تُؤدِّي عَظِيمًا، وتُسبَبُ سرطانَ الجلدِ وهذه الأمواجُ هي التي تُسبَبُ الجلدِ وتُكسِبُهُ صَفَرَةً بَرْدِيَّةً

## لمزيد من المعلومات انظر

- لِطالِبِ الإشعاعي
- (المدخلية للإشعاعية) ص ٢٦
- إِسْطُورَابِ ص ٣٠
- إِرَادِيوِ ص ١٦٤
- التَّلهفونِ ص ١٦٦
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٢



## جيمس كلارك ماكسويل

وَضَعَ الفيزيائيُّ الإسْكَوتْلَنْدِيّ، جيمسُ كلارك ماكسويل (١٨٣١-١٨٧٩)، مُعَادِلَاتٍ في الكَهْرِبَاءِ والمَغْنَطِيسِيَّةِ تُفَسِّرُ ظَوَاهِرَ الأمواجِ الكَهْرِمَغْنَطِيسِيَّةِ قبلَ أَكْثَرِهَا مُعَدِّها مُعَدِّ حِوَالِي ١٥ عَامًا من بَشرِ تلكِ المُعَادِلَاتِ اسْتَطَاعَ هَيرِزِرتُ إنتاجَ الأمواجِ الراديويَّةِ (اللاسلكيَّة) وتَعَرَّفَها لِلْمَرَّةِ الأُولَى.



## مصادر الضوء

كُلُّ جسم في الكون يُنتج أمواجاً كهرومغناطيسية - من النجوم إلى الشجر حتى الأجسام البشرية. هذه الأمواج غير مرئية في معظم الأوقات والحالات لأن تردداتها أقل من ترددات الضوء المرئي. لكن إذا سُخِّنَ الجسم تدريجياً، يزداد تردد الإشعاعات، فتُصدر ضوءاً مرئياً. تبدأ الأجسام بالتوهج الأحمر الباهت على درجة ٥٠٠ °س، ويصبح التوهج برتقالياً ناصعاً على درجة ٢٠٠٠ °س، ويبلغ درجة الإيضاض على ٥٠٠٠ °س، مُتبعاً جميع ألوان الطيف المرئي. لكن إصدار الضوء ليس مقصوراً على الأجسام الساخنة فقط، فالتيار الكهربائي المار عبر غاز يُثير إلكتروناته التي تُطلق لاحقاً طاقتها الإصافية ضوءاً. والكيمائيات قد تُصدر الضوء أيضاً، فأنماط التوهج على طول أجسام بعض أسماك الأعماق تُشع عن تفاعلات كيميائية.



صمجة إديسون

صم المصراع الأمريكي، توماس إديسون (١٨٤٧-١٩٣١)، أول صمجة كهربائية عملية عام ١٨٧٩، لقد مرّر تيار كهربائي عبر سلك كربوني بداخله، لإحمرارها، فتوهجت بضوء لامت وحوي نضمت لحدثة قابل من السخس سخس من درجة قدرت ٣٠٠٠ س



## المظيف (السيكترومتر)

الموشور الزجاجي  
يُحرف اتجاه ألوان الضوء المنكسبة  
مكتاب مُعاونة، وبذلك يُحلل  
نسيج بصوتي إلى طيف ونستخدم  
المظيف (مقياس الطيف) فوشوراً يُفرق  
الضوء، من مُصدر صوتي، إلى طيف  
وتُحدد أطوال الضوء الموجية في الطيف  
ماهية العناصر المتواجدة في المُنظر

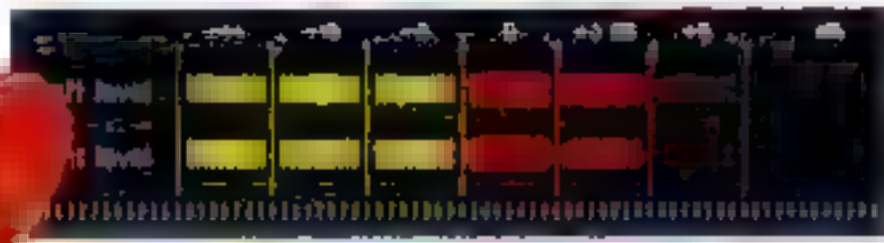
## الدائودات الضوئية

يُمكنها إنتاج الضوء

الأحمر والبرتقالي

والأصفر

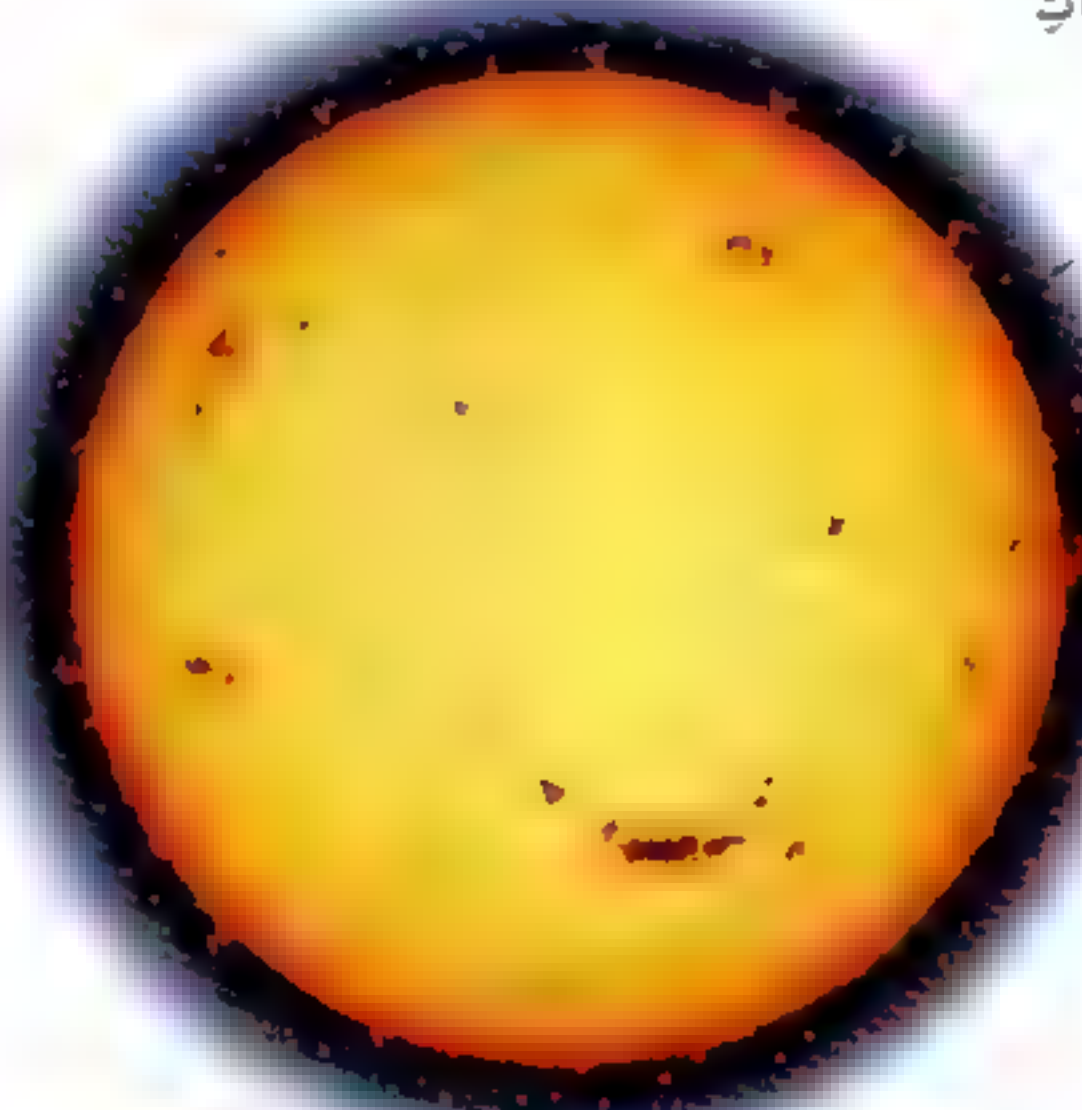
والأخضر



تُستخدم الدائودات الضوئية أحياناً في أظُر عرض الحاسبات ومُستلزمات التقد والشاعات الرقمية

## الدائودات الضوئية

يُحوي الكثير من الأنظمة الحديثة العاليه الأمانه أظُر عرض من الدائودات الضوئية وهذه تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية فتُنتج ضوءاً عند مرور تيار عبرها وهذه الدائودات صغيرة الحجم، سهلك تياراً قليلاً جداً، وسوم طويلاً بالتماربه مع المُصمحات داب الصائل



## الطيف الشمسي

تبلغ درجة حرارة سطح الشمس ٥٥٠٠ °س، وتُنتج جميع ألوان الطيف المرئي على هذه الدرجة. لكن الدُّرَاب في الطبقات الخارجية لدرجة من حرارة الشمس تُعطي ترددات مُعينة من الضوء لمار عنها. مما يحدث خطوطاً مظلمة في طيف الشمس تُعرف بخطوط فراونهوفر

تُنتج اعداد مختلفة ضوء

مختلفة الانوار فالبُور مثلاً،

يُنتج دالما

ضوءاً أحمر



## أضواء النيون

الأبوت الزجاجي المملوء بالغاز يُصدر ضوءاً عديم يسري جلاله تيار كهربائي. ويحدث ذلك ليس لأن الغاز ساخن، بل لأن إلكترونات الغاز تُفقد طاقة تفقدتها لاحقاً بأشعتها ضوياً

مواقع خطوط فراونهوفر في  
العناصر الموحدة في حو  
الشمس

## غوستاف كيرتشفوف

لفيزيائي ألماني، غوستاف كيرتشفوف (١٨٢٤-١٨٨٧)، درس الأطياف الصوتية

مظلف (سيكترومتر) طوره مُعدونة

الكيمائي روبرت برون وقد لاحظ أن

الدُّرَاب والخُرُوت المفردة تُنتج ألوان

معيّة فقط عند تسخينها. وبذلك أدرك أن

كُلُّ عنصر يُنتج طيفاً مُتميّزاً من الخطوط

المُلوّنة يُمكن تحديد هويته به



## لمزيد من المعلومات انظر

- العدادات لثني ص ٤٨
- التفاعلات الكيميائية ص ٥٢
- موارد الكهرباء ص ١٦٠
- الالوان ص ٢٠٢



# الانعكاس

نرى بعض الأشياء لأنها مُضيئة بذاتها - كالشمس أو ضئجه الثور؛ أما الأحسام غير المُضيئة فنراها بالضوء المنعكس، أي بأشعة الضوء المرتدة عنها. فنحن نرى القمر لأنه يعكس ضوء الشمس. العارات، على العموم، غير مرئية لأنها، بركة قوامها المفرطة، لا تستطيع من الضوء ما يكفي لرؤيتها؛ أما السوائل والجوامد فترى بوضوح. يعتمد مظهر الجسم المرئي على كمية الضوء التي يعكسها وعلى نسبة سطحه؛ فالسطح الأبيض المليس مثلاً، يعكس الثور أكثر من سطح داكن خشن. أما السطح الذي لا يعكس أي ضوء فيبدو أسود.

صورة الجسم في المرآة  
أستوية مقلوبة يعني يسار  
وهذا يعني أن جانب الجسم  
الأيمن يصبح الجانب الأيسر  
للصورة



## الصورة المرآوية

هل لاحظت أن بُعد صورة الجسم في المرآة المستوية (المسطحة) خلفها مساو لبعد الجسم أمامها؟ إن هذه الصورة ليست صورة حقيقية؛ فالواقع أن مصدر الضوء ليس من خلف المرآة، بل هو ضوء ينعكس من سطحها إلى أعيننا كأنه أت من جسم في موقع لصورة بعداً لها نسبي مثل هذه الصورة صورة نقدية

حجم الصورة  
لقدبر في المرآة  
لشئونه مماثل تماماً  
لحجم الجسم

صورة مقلوبة مضد صوتي



## مرايا مُزدوجة الاتجاه

نعكس الصفحة للرجل حوالي 5/ من كتبه الصور اسقط عنها، ونقد 90 الأخرى واد كات لإضاءة متماثلة لشدة في كلا جانبيها، تبدو الانعكاسات ضعيفة أما إذا كان أحد الجانبين ساطعاً الإضاءة والأخرى مظلمة، يبدو الجانب ستر كالمراة، إذ لا يوجد ضوء ماخذ يظلم على الانعكاس فاس في الجانب ستر بدون انعكاسات أنفسهم كما في مرآة. أما الناس في الجانب المظلم فيرون الجانب الآخر بالضوء البعد، عن صفحة الرجح بوضوح

صفحة الرجح  
في وضع راوي

المشاهدون

ممثل  
مُحسّن  
لمشرح  
مرآة  
صوء

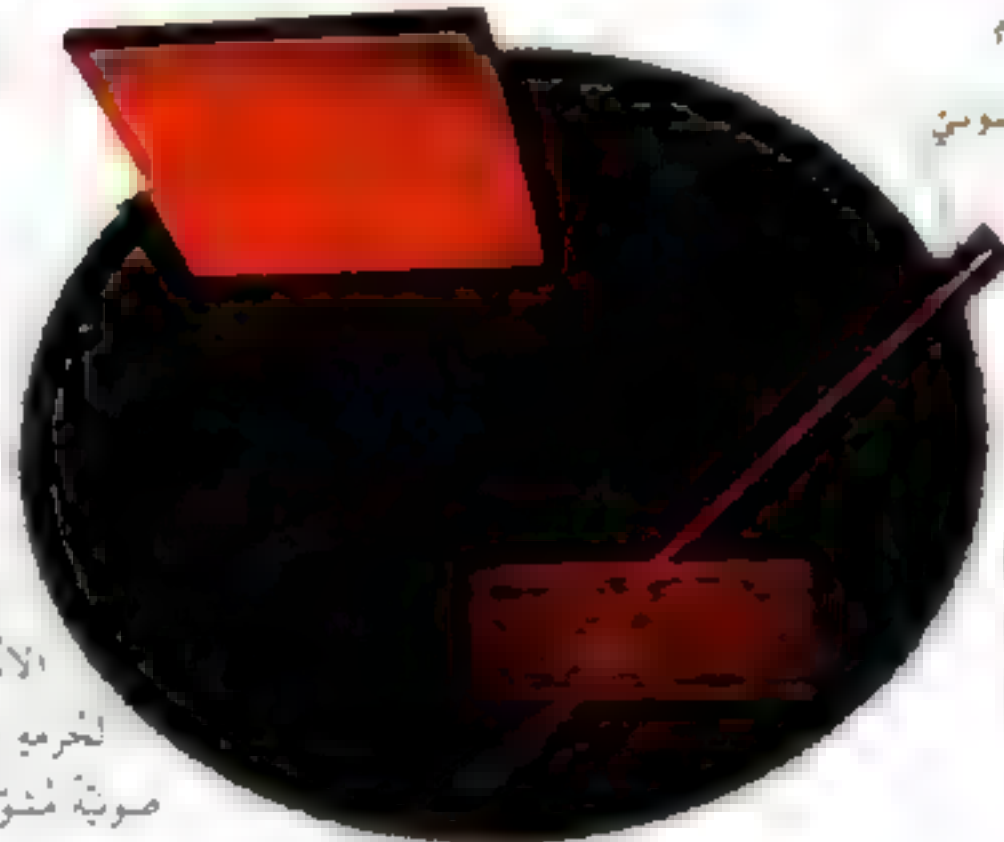
## طيف شبحي

مستخدم المرايا المزدوجة الاتجاه في مسارح القرن التاسع عشر لعرض صور شبحية فكان الضوء المنعكس على مُمثلي مُحسّن ينعكس على مرآة مائل نحو صفحة الرجح كبري موارية، وعنها نحو المسرح فحين يكون المسرح مُفسخ فمما لا يرى المشاهدون الصفحة الرجحية، بل يرون أمانهم شبحاً يظهر ويختفي

مضد  
صوتي

## انعكاس مرآوي

الضوء يعكس من سطح مستوي  
برايو مُعدّه فالانعكاس  
مرآوي لخرجه لانه تكون  
نقطة واحدة على نفسه



انعكاس  
مرآوي

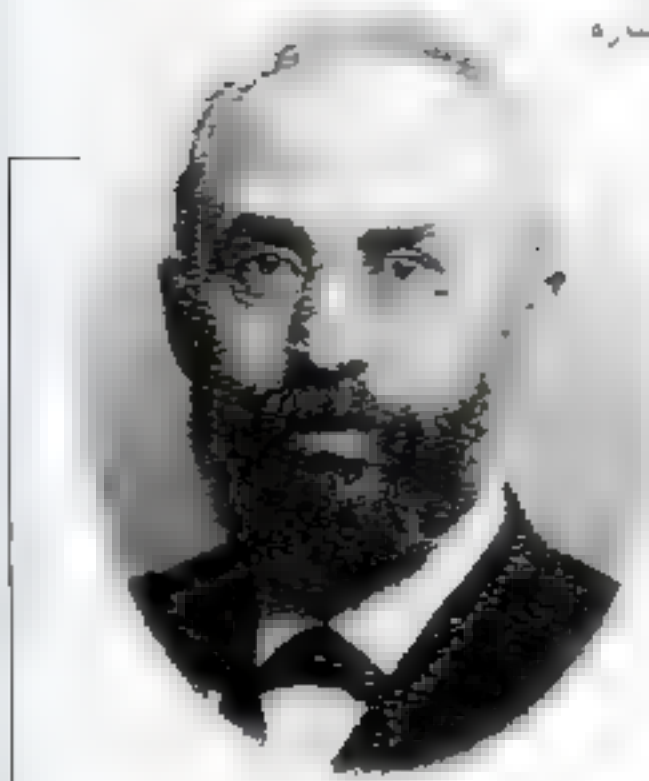
انعكاس  
اشعاري

## الانعكاس الاشعاري

السطوح الخشنة تعكس الضوء  
مُشيراً - أي مُشتتاً في جميع  
الاتجاهات فالانعكاس الاشعاري  
لخرجه لانه تكون  
صوتية مُشوشة على نفسه

## هيندريك لورنتز

استخدم الفيزيائي الهولندي، هيندريك لورنتز (١٨٥٣ - ١٩٢٣)، نظرية  
جيمس كلارك ماكسويل عن الأمواج  
الكهرومغناطيسية لشرح كيف أنعكس  
الضوء. فأرشد أن الإلكترونات  
تسحب الطاقة الصوتية ثم تنعكس ثانية  
برايو جديدة. وتؤكد نظرية لورنتز  
هذه دون الانعكاس الذي يفسر على  
أن راوية الانعكاس تساوي راوية  
السطوح (أو لورنتز)

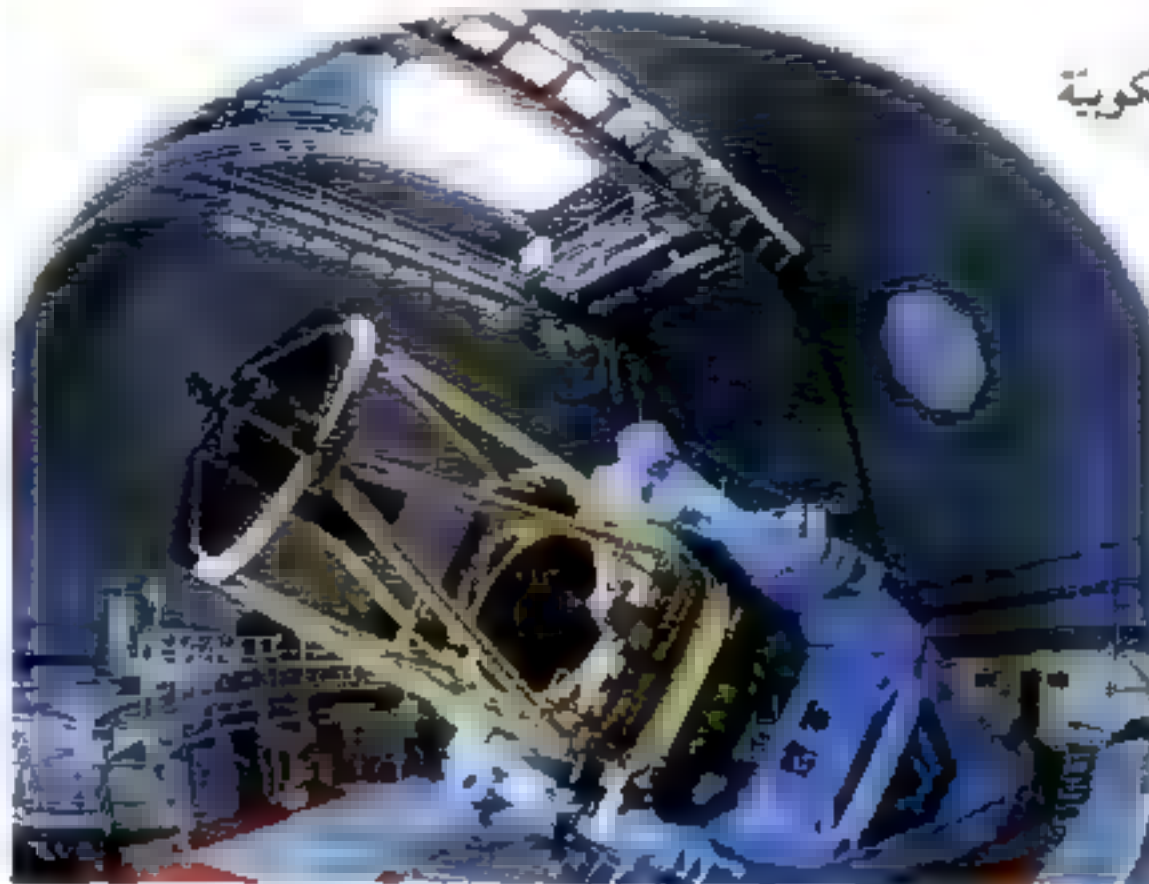






### صورة حقيقية في مرآة مقعرة

يمكن تركيز الضوء الوارد من جسم بعيد بمرآة مقعرة وعرض صورته، اسطوانية رأساً على عقب، على شاشة. ويعتمد حجم الصورة على المسافة بين الجسم والمرآة؛ فكلما قرب الجسم من المرآة يزداد حجم صورته.



### المرآة التلسكوبية

تستخدم صحن التلسكوب في العائم مرآة مقعرة كبيرة تجمع ضوء نجوم البعيدة، تستقطب ضوء شواربه وتركزه في نقطة واحدة (تسمى البؤرة).

مرآة الرئيسية الكبيرة هي مرآة مقعرة يبلغ طول قطرها عدة أمتار.

الصورة المنعكسة من المرآة المقعرة توضع في مرآة صغر منعكسة تدورها نحو الكاميرا لتنتج صورة فوتوغرافية أو تلفزيونية.

### مرآة القيادة

مرآة لعدسة مرآة محدبة، سطحها المنعكس مثنو إلى الخارج كقفا المنعكس. المرآة المحدبة تعكس ضوء أشع دائرة ضوئية مقعرة وغير مضمومة وهذا مفضل إذا أردنا الحصول على مجال رؤية واسع كما في مرآة عيادة طبيب يمكن أن نرى من رؤية مدى أوسع واشمل على حاسي البصر، من مدى المرآة المسوية.

حاجز

مؤخرة منعكسة



### أمواج تقديرية

يمكن تمثيل الطريقة التي تنتج بها مرآة مقعرة صورة تقديرية بواسطة الأمواج المادية. الفرض أن الحاجر مرآة مقعرة. فعندما تضربه الأمواج الدائرية بزاوية عمودية، فتلدو الأمواج المنعكسة كأنها آتية من نقطة خلف الحاجر. ولما كانت هذه الأمواج لا تلتقي فعلاً من تلك النقطة، ندعوها صورة تقديرية.

### المرآة الطرية

تكون مرآة المعارض المتناوبة انتقوس صوراً مقعرة قد تكون محدبة ومسطحة في الوقت نفسه. والحقيقة أن مرآة دائرية هي المقعرة إذ تجعلها سطوحها المسوية المقعرة والشحذ مرياً مقعراً، في مواقع تجعل الأشياء أكبر، ومحدبة في موقع أخرى تجعل الأشياء تبدو أصغر من واقعها. فإذا ما وقفت أمام إحدى تلك المرآات الطرية، فقد ترى لك جسمًا طويلًا رفيعًا وساقين قصيرين عبطتين، فيما تبدو أجزاء أخرى من جسمك مقلوبة رأساً على عقب.



الصورة على مقلوبة، تقديرية، ومثيرة

### مرآة الخلاقة

إذا قربت وجهك من مرآة مقعرة، تنعكس الصورة لتنتج صورة مقلوبة. لكن إذا ابتعدت عن المرآة، تصبح الصورة مقعرة ثم تظهر ثانية مقلوبة رأساً على عقب ومقعرة. يمكنك إنشاء محتف أضواء هذه الظاهرة في السطح المقعر لمنفعة صالحة.



### المزيد من المعلومات انظر

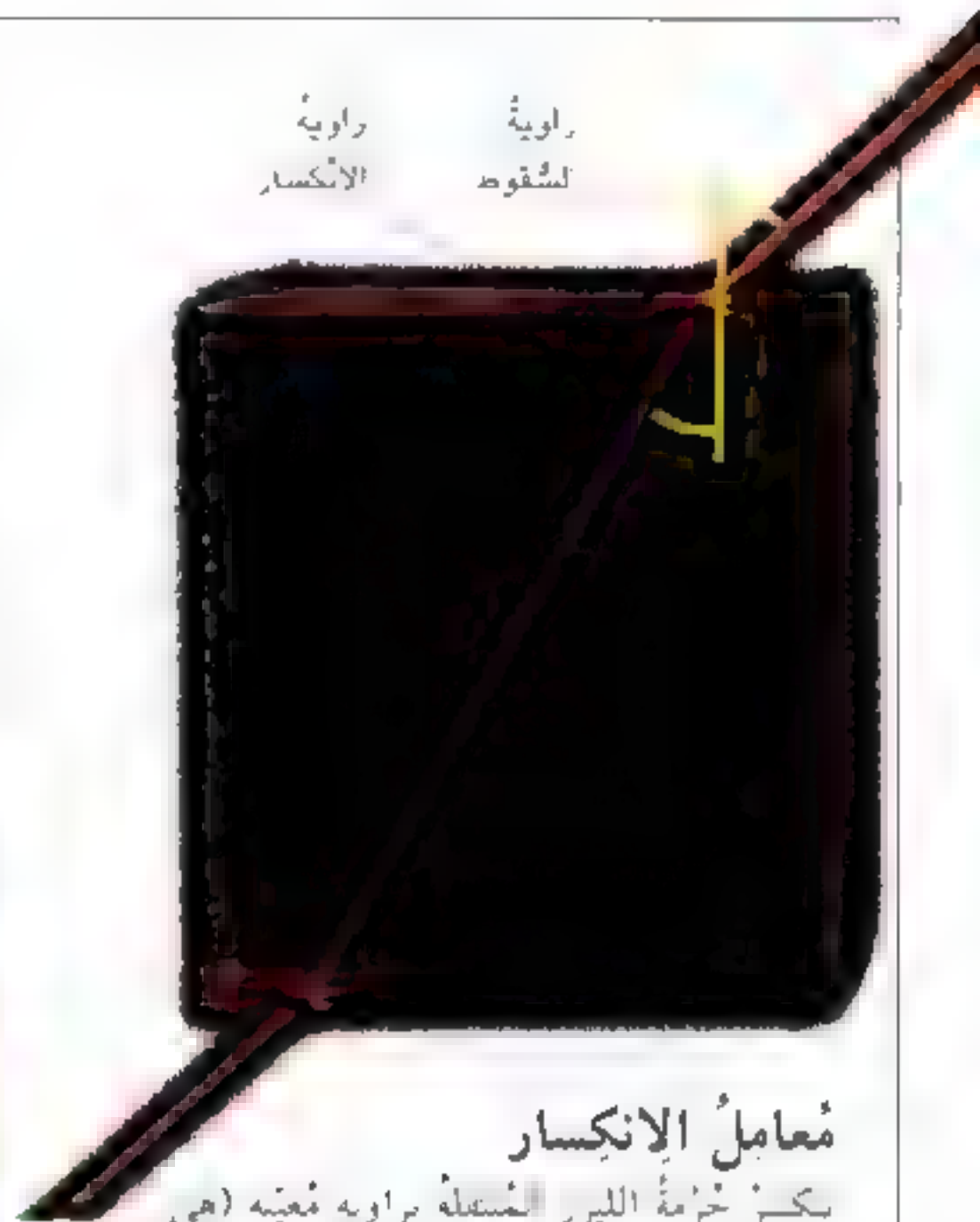
- الكتاب الكهرومغناطيسي ص ١٩٢
- الغذات ص ١٩٧
- الآلات البصرية ص ١٩٨
- أصوات والمادة ص ٢٠٠



# الانكسار

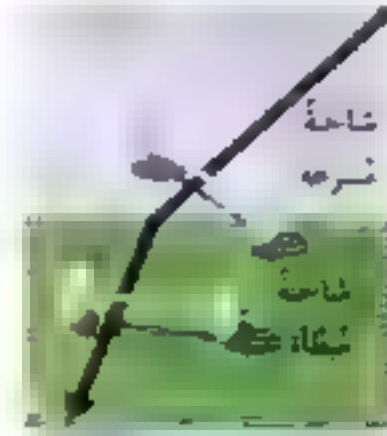
راوية  
لشقوق

يسري الضَّوُّ في خُطوط مُستقيمة؛ لكنَّ عند انتقاله مائلاً من وسط شفاف إلى آخر تنحني أشعته، ويُسمَّى هذا الانحناء إنكسار الضَّوِّ. ويُفسَّر هذا لِمَ تبدو قشَّة الشَّرب مُنحنية في كُوب ماءٍ عند نقطة دخولها فيه. ويحدث الانكسار نتيجةً لبتاين سرعة الضَّوِّ في المواد الشفافة المختلفة. أوَّل من تقصَّى انكسار الضَّوِّ رياضياً كان العالم الهولنديُّ فليبرورد سنيل (١٥٩١-١٦٢٦). يقيس مُعاملُ الانكسار (وهو ثابت =  $\frac{\text{جذري سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{جذري سرعة الضوء في المادة}}$ ) مقدار انحناء حزمة الضَّوِّ عندما تنتقل من مادَّة إلى أخرى. فبالنسبة للهواء، مُعاملُ الانكسار ١ للهواء، ١,٣ للماء وللزُّجاج ١,٥. فالضَّوُّ ينحني أكثر عند انتقاله من الهواء إلى الزُّجاج ممَّا ينحني عند انتقاله من الهواء إلى الماء، لأنَّ سرعته تُبطَّأ أكثر في الزُّجاج.



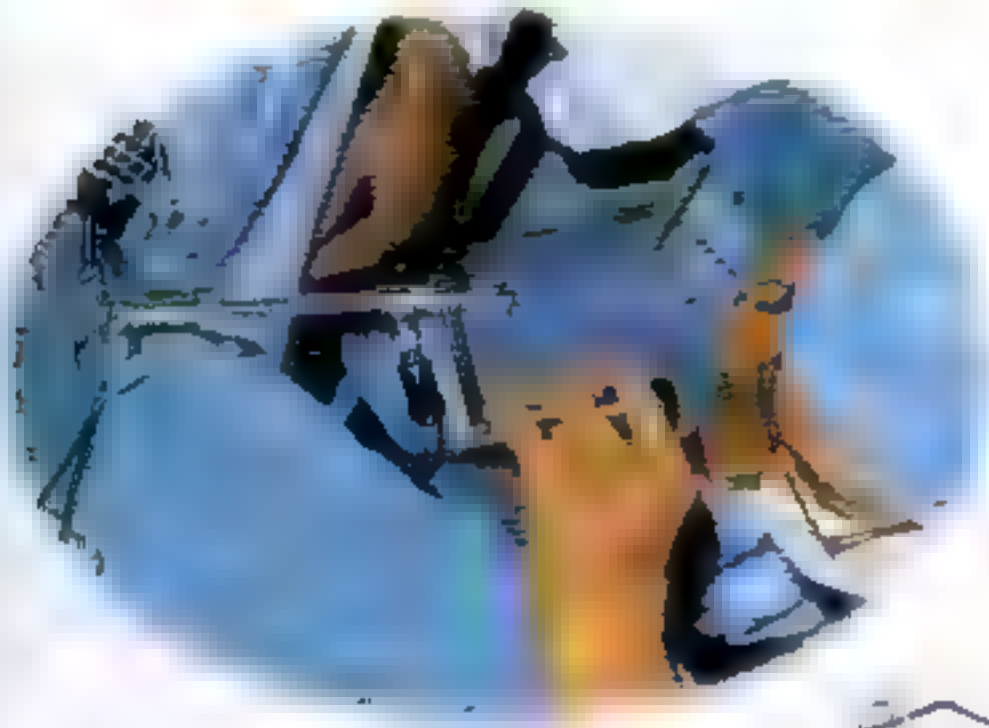
## مُعاملُ الانكسار

يُعرِّف حزمة الليزر المُستقيمة (وهي راوية السُّقوط) من الهواء إلى كُوب زجاجته لأنَّ سرعة الضَّوِّ في زُّجاج أقلَّ منها في الهواء. ويحدث مُعاملُ الانكسار نتيجةً للعلاقة بين السرعة في هذه الحالة، مُعاملُ الانكسار للزُّجاج بالنسبة للهواء هو حاصلُ قسمة سرعة الضَّوِّ في الهواء على سرعته في الزُّجاج.



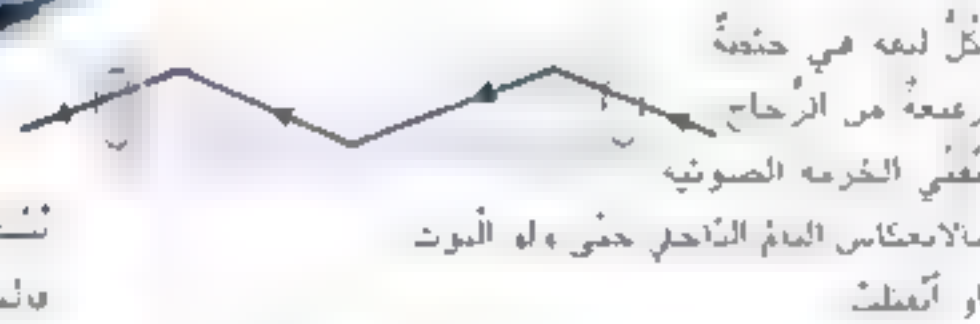
## تبدُّل الاتجاه تبدُّل السرعة

عندما تنتقل ذوات الشاحنة بزاوية مُعيَّنة من سطح ضلَّ إلى رصٍّ رطبٍ مُغشوشه تُضْأ سرعة الدُّواسة من جانب واحد مُستقيمة واحدة في مسار الشاحنة وهذا يُمثِّل انكسار الضَّوِّ عند انتقاله من الهواء إلى الزُّجاج.



## المنظار الداخلي

تُنتج من مبدأ الانعكاس التام الداخلي في لُطب والمنظار الداخلي، المولَّف من زُمة من الألياف البصرية لمرء، يُستخدَم في تنظير داخل الجسم دون الحاجة إلى إجراء عمليَّات جراحية. يسري الضَّوُّ مُقَسَّ على طول الألياف بالانعكاسات التامة الداخلية، فيستطيع الطبيب إذحال المنظار غير المُعلوم والمُفري لمُفحص داخل المعدة.



راوية السُّقوط تُساوي  
الراوية الخارجة.

حزمة  
ساقطة

راوية  
السُّقوط



## الانعكاس التام الداخلي

يسبب في الكُتلة الزُّجاجية أعلاه كثافة أكبر الضَّوِّ عند انتقاله من الزُّجاج إلى الهواء بحدِّ سرعة. وإذا كانت راوية السُّقوط صغيرة، تُشعُّ حزمة ضوء راوية أكثر، تُكثَّر مع بَرْد مقدار راوية السُّقوط (إلى السَّار)، بَرْد انكسار حزمة ضوء أكثر وأكثر. وعندما تُشعُّ راوية السُّقوط حدًّا مُساوياً للزُّجاج، لا تفرِّد لضوء يسبق من زُّجاج مُضيقاً بل ينعكس داخلاً، ويُعرف هذا بالانعكاس التام الداخلي.

يُنعكس حزمة الضوء  
انعكاساً تاماً داخلياً.

ضوء من  
حشمة  
بعيد

شفة الضوء  
المُحمَّلة

يُكثَّر اشعة الضوء من  
الرُّز عند انتقالها من الماء  
إلى الهواء. وبما يرى  
الرُّز على استقامة الأشعة  
المُكسرة تُفَرِّد إلى  
سطح الماء



## الأعماق المختلفة

هنا الحظ أن الأحوص والبرك هي دُنيا أعماق منها تبدو ذلك لأنَّ أكبر ضوء المُشعَّل من الماء إلى الهواء يجعل فقر الحوص يبدو أقرب إلى السطح ممَّا هو عليه. تُمكنك مُشاهدة هذه الظاهرة في كُوب ماء أعلاه. فبأنكسار الضوء يبدو الرُّز أقرب إلى سطح الماء.

## الشَّراب

يحدث انحناء الضوء بزاوية الأشعة في غير موقعها يحدث شراب بأنكسار الضوء في الحوِّ، لأنَّ سرعة الضوء أربد في الهواء الحارَّ مُتلاصق للأرض من سرعتِهِ في الهواء البارد الأعلى. فيُكسِّر الضوء في مصدر مُقوِّم، مُنتجاً صورة زُمة جُسم بعدد والشَّراب بكثر في الضَّحاري حيث الهواء حارٌّ حدًّا.



## لزيد من المعلومات انظر

- لضَّوْتُ والضَّوُّ ص ١٧٧
- لانعكاس ص ١٩٤
- الأنوار ص ٢٠٢
- الإبصار ص ٢٠٤
- خفايا ومعلومات ص ٤١٢



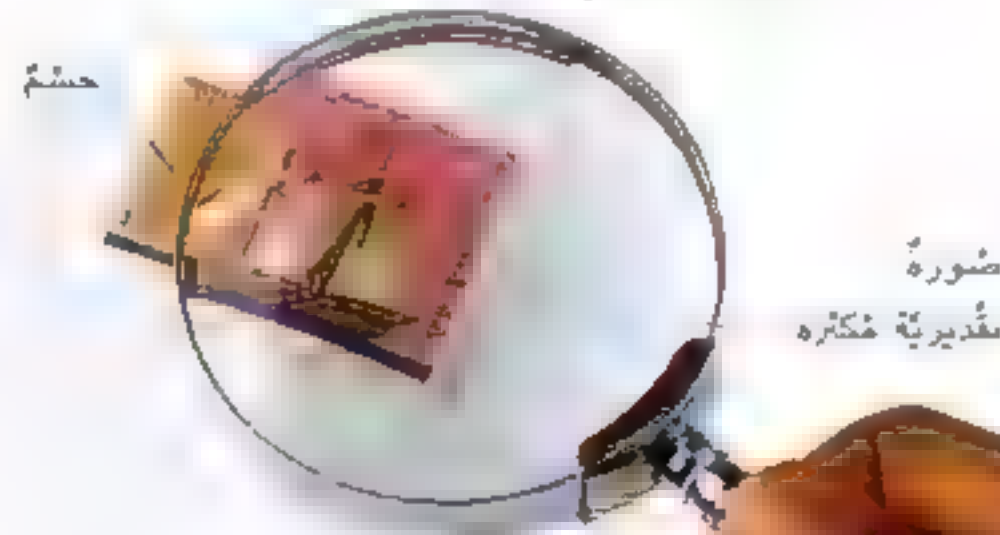
# العدسات

إنجاء الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج حقيقة يمكن الاستفادة منها فالعدسات هي قطع من الزجاج أو اللدائن الشفافة مُشكَّلة خصيصاً لتركيز الضوء وتكوين الصور وتكبير أو تصغير مشهد يخفي الضوء الساري غيرها ويظهر تروني العدسة باتجاه أطرافها، فقد تكون أسمك أو أرق في المركز منها في الأطراف. ويحدد شكل العدسة ما إذا كان انجاء الضوء المار عبرها نحو نقطة وحيدة - هي نورة العدسة - أو بعيداً عنها. وفي كل من عيني الإنسان عدسة طبيعية تُركّز بها المشاهد، كما تفعل أنت الآن للتركيز على هذه الكلمات.



عدسة فريزيل

اسكر فريزيل العربي، أوغسطين لرييل (1788-1827)، عدسة موائها سلسلة من حجاب الزجاجية. وهذه العدسات لا تضع تكون نصور لأنها نشوة كثير، لكنها حيدة حد لتركيز حزم الضوء. لذا تُستخدم غالباً في المنارات والمصابيح الاحامية للسيارات وفي أجهزة الإسقاط

صورة  
تقديرية مكبرة

حشم

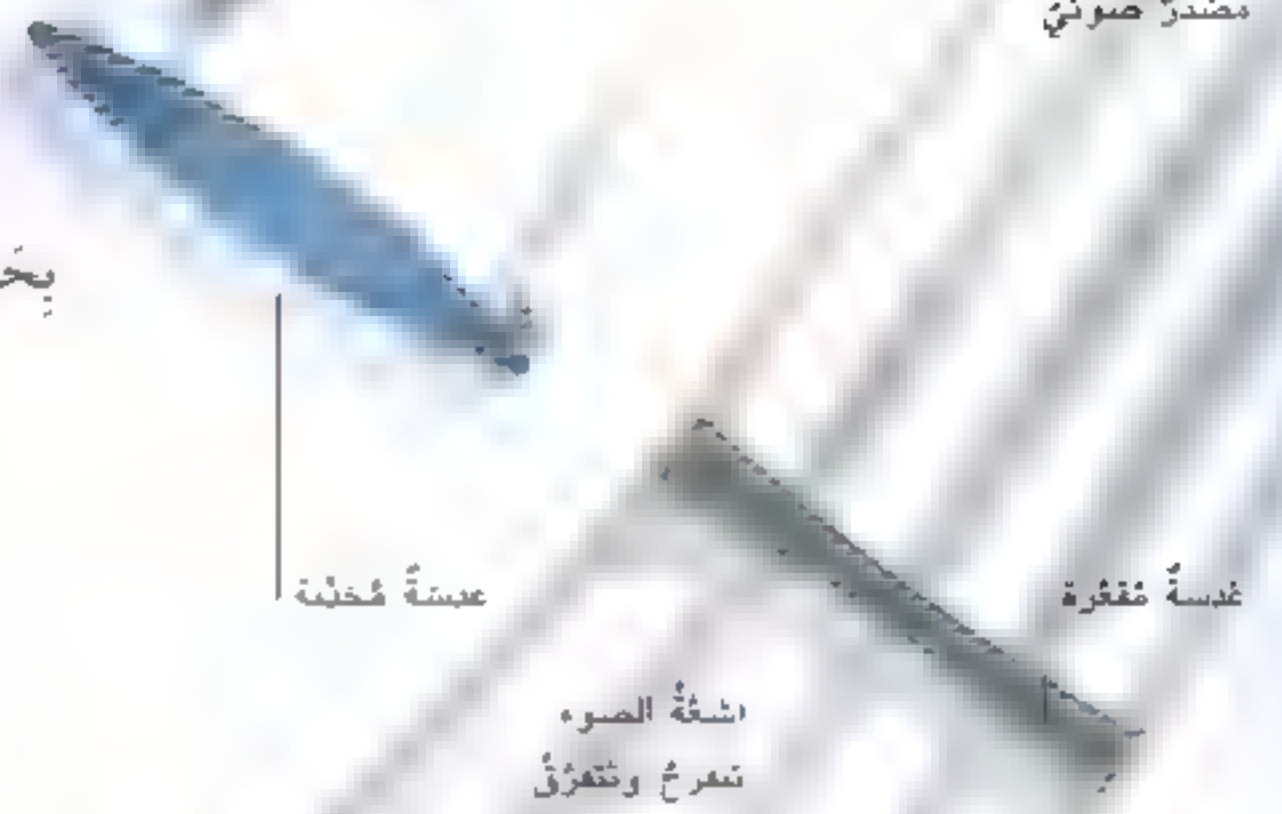


عدسة

صورة  
تقديرية مكبرة

## العدسة المكبرة

يسو الاحياء أكبر مما هي بكثر عدم يُنظر إليها من خلال العدسة المُحدّدة في العدسة المكبرة وتضع مار الأشعة انصوبة خلال العدسة تتبل كيمته إنجها صورة تقديرية مكبرة للجسم ويعتمد مقدار الكبر على البعد البؤري للعدسة فكلما قصر البعد البؤري، زاد ديد سماكة العدسة، تُصنع العدسة أقوى



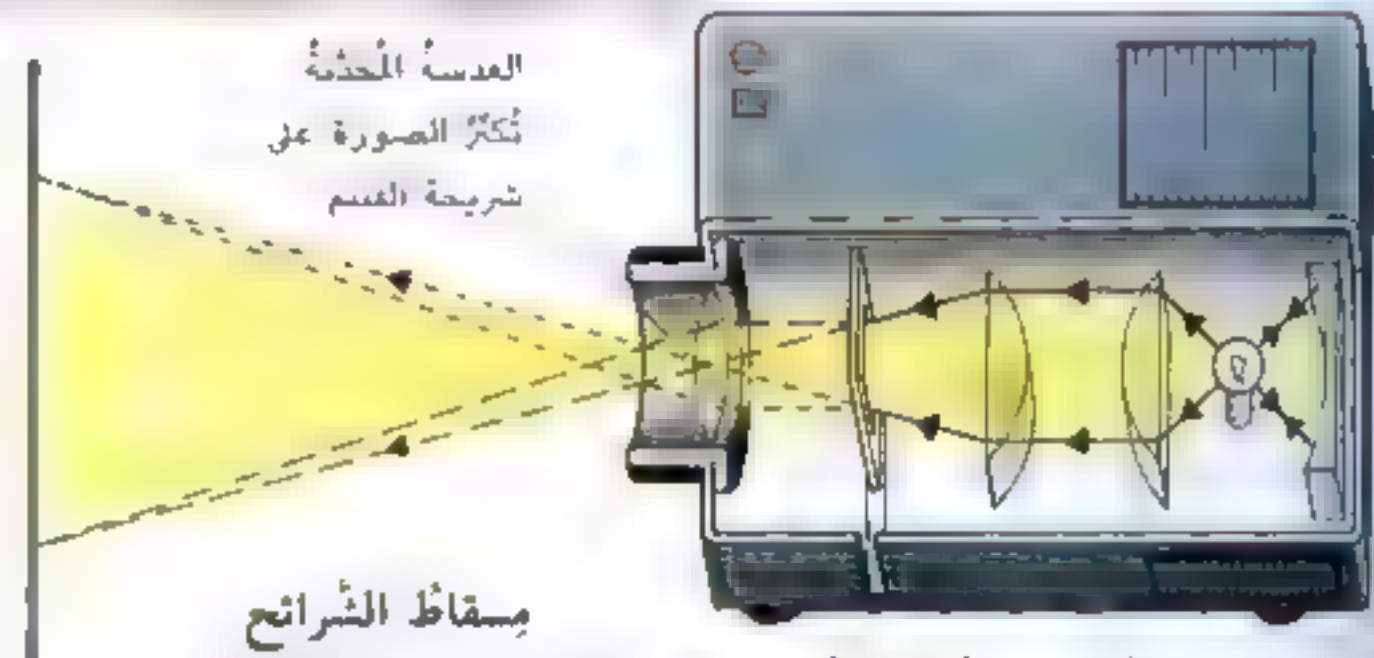
عدسة محدبة

عدسة مقعرة

اشعة الضوء  
تتفرع وتتقارب

## العدسات المحدبة والمقعرة

العدسة الأسمك في وسطها منها في أطرافها عدسة محدبة. وهي تُجمع أشعة الضوء المتوازية المارة عبرها وتركزها في نقطة هي نورتها. أما العدسة الأسمك في أطرافها منها في وسطها فهي عدسة مقعرة وهي تفرق أشعة الضوء المتوازية المارة عبرها لدو كما لو أنها صادرة من نورة تقديرية في الحدب الاخر منها

العدسة المحدبة  
تُكثّر الصورة على  
شريحة الفيلم

## مسقاط الشرائح

تُنتج لعدسة المحدبة في جهر الإسقاط صورة حصة مكبرة لشريحة واصورة حصة لأن لصور بترها فعلاً. كما يمكن عرضها على ستره وهي مقلوبة (رأت على عكس)، لذا يجب وضع لشريحة المبلبة مقلوبة في المسقاط كي تُعرض الصورة قائمة على الستارة

## أنطوني فان ليونيهوك

المُختر البدائي الذي صممه الهولندي أنطوني فان

ليونيهوك (1632-1723)، جعل دراسة البكتيريا وخلايا الدم أمراً ممكناً للمرة الأولى في تاريخ العلم وقوام هذه النيطقة السيطقة عدسة قوية، سُكّلت من بلورة زجاجية، مُركبة على صديحه معدنية

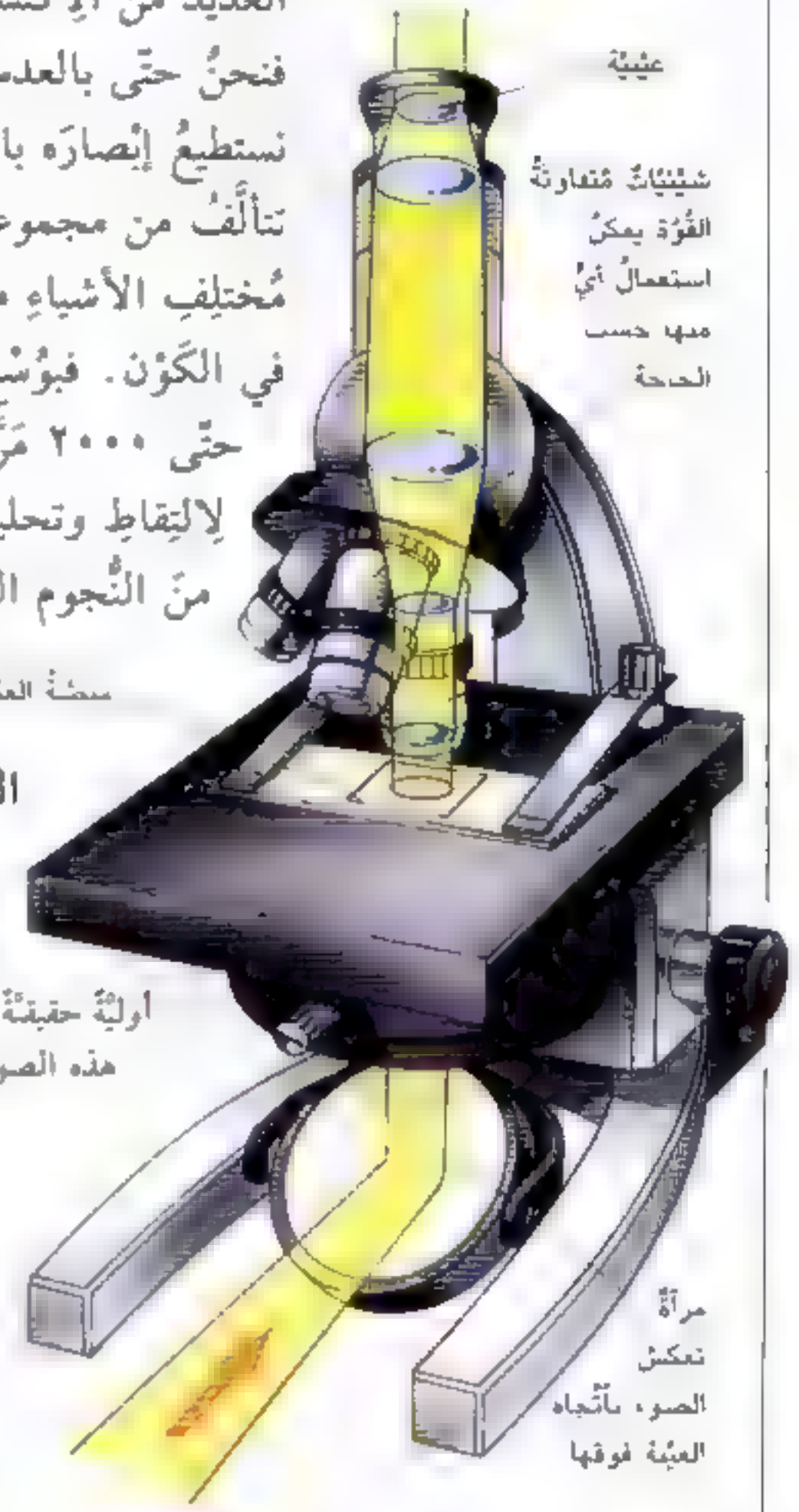


المزيد من المعلومات انظر
المكتورات ص 100
الزجاج ص 110
الآلات النصرية ص 198
الانصار ص 204
التصوير الفوتوغرافي ص 206



# الآلات البصرية

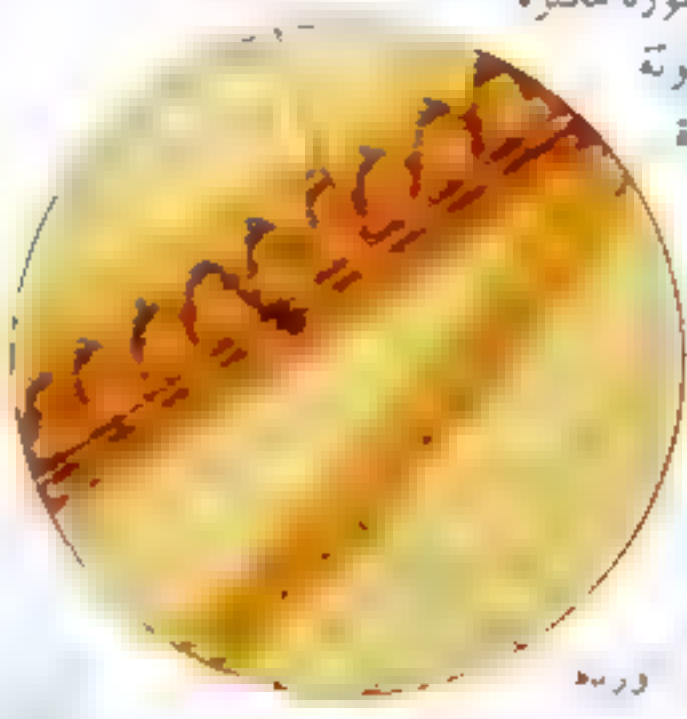
العديد من الاكتشافات الرائعة تم من خلال عدسات الآلات البصرية. فنحن حتى بالعدسة المكبرة البسيطة نرى تفاصيل الأشياء أكثر بكثير مما نستطيع إحصاءه بالعين المجردة. أما الآلات البصرية المتطورة - التي تتألف من مجموعات مرايا وعدسات - فقد مكنتنا من دراسة وتقصي مختلف الأشياء من أصغر المتعضيات الحية إلى أقصى الأجسام بُعداً في الكون. فبوسع المجهر (الميكروسكوب) الضوئي تكبير الأشياء حتى ٢٠٠٠ مرة؛ كما يمكن استخدام المقراب (التلسكوب) لالتقاط وتحليل الضوء من أجسام فلكية أبعد مليون مرة من أي من النجوم التي نراها في السماء ليلاً.



## الميكروسكوب المركب

يُكَبِّرُ الميكروسكوب المركب الأشياء على مرحلتين. يعكس المرآة الضوء عبر العين إلى شئ قوّة العدسة الشفافة. تكون صورة مكبرة أوليّة حقيقة للعين. ثم تلتقي العين بالعدسة القوية هذه الصورة فتكبرها ثانية، كما العدسة المكبرة.

حراشف



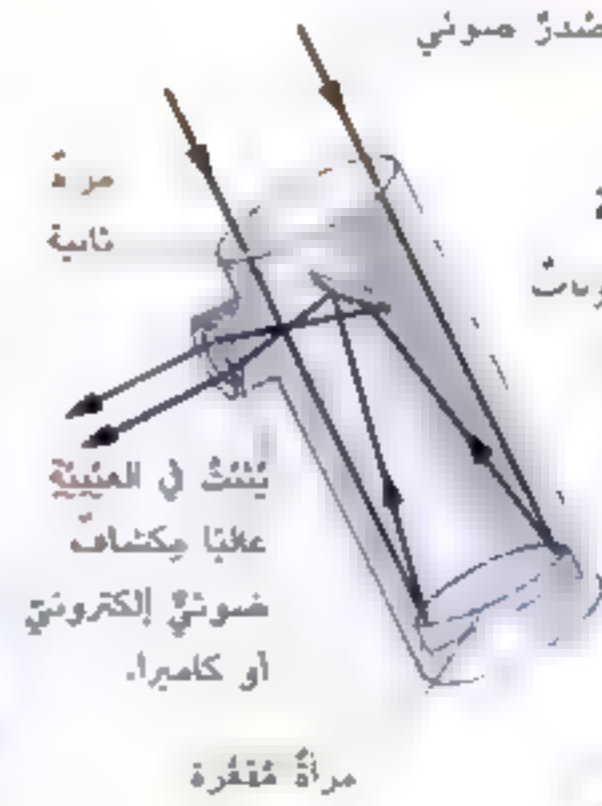
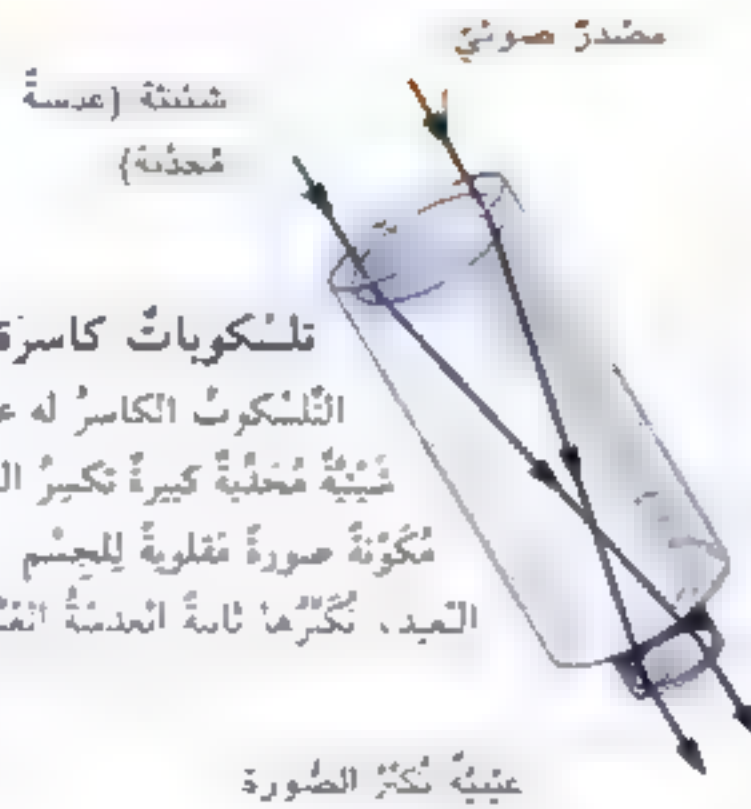
رَنُورٌ  
مالحم  
الطبيعي

## صورة مجهرية

عندما يُكَبَّرُ حُجْجُ رَنُورٍ ٥٠ مرة، يظهر الحراشف والأوردة واضحة التفاصيل هذه الصورة أُخذت عبر عدسات مجهر مركب

## التلسكوبات المهمة

- ١٧٨٩ تلسكوب وليم هرشل، إنكلترا، قطر مرآته ١,٢٣ متر
- ١٨٤٥ تلسكوب لورد روس، إيرلندا، قطر مرآته ١,٨٣ متر
- ١٩١٧ تلسكوب جبل ويلسون، كاليفورنيا، قطر مرآته ٢,٥٤ متر
- ١٩٤٨ تلسكوب جبل إلغون، أستراليا، كاليفورنيا، قطر مرآته ٥ أمتار
- ١٩٧٦ تلسكوب جبل سيرو ديريكي، قطر مرآته ٦ أمتار
- ١٩٩٢ تلسكوب كيك، هاواي، قطر مرآته ١٠ أمتار



## تلسكوبات عاكسة

معظم التلسكوبات العاكسة الحديثة هي تلسكوبات عاكسة ذات مرايا مُقَفَّرَة كبيرة تُجَمِّعُ الضوء ويركّزه في بؤرتها. هذا يعكس مرآة ثالثة الضوء باتجاه العين أو الكاميرا.



## تلسكوب هرشل

هذا تلسكوب العاكس، قطر ٤,٢ متر، الذي سجله أسد وليم هرشل، بحوي كمراب وحواسيب إلكترونية تُحَلِّلُ وتحلل ضوء النجوم وقد شيد في حوض لاندنما الصافي في إحدى جزر الكاريبي. تمسك الساحل الشمالي الغربي للجزيرة الإفريقية.

## لريد من المعلومات أنظر

- لإعكاس ص ١٩٤
- الإعكاس ص ١٩٦
- القدسات ص ١٩٧
- علم الملك ص ٢٩٦
- التلسكوبات الأرضية ص ٢٩٧
- تلسكوبات الفضاء ص ٢٩٨



# الليزر

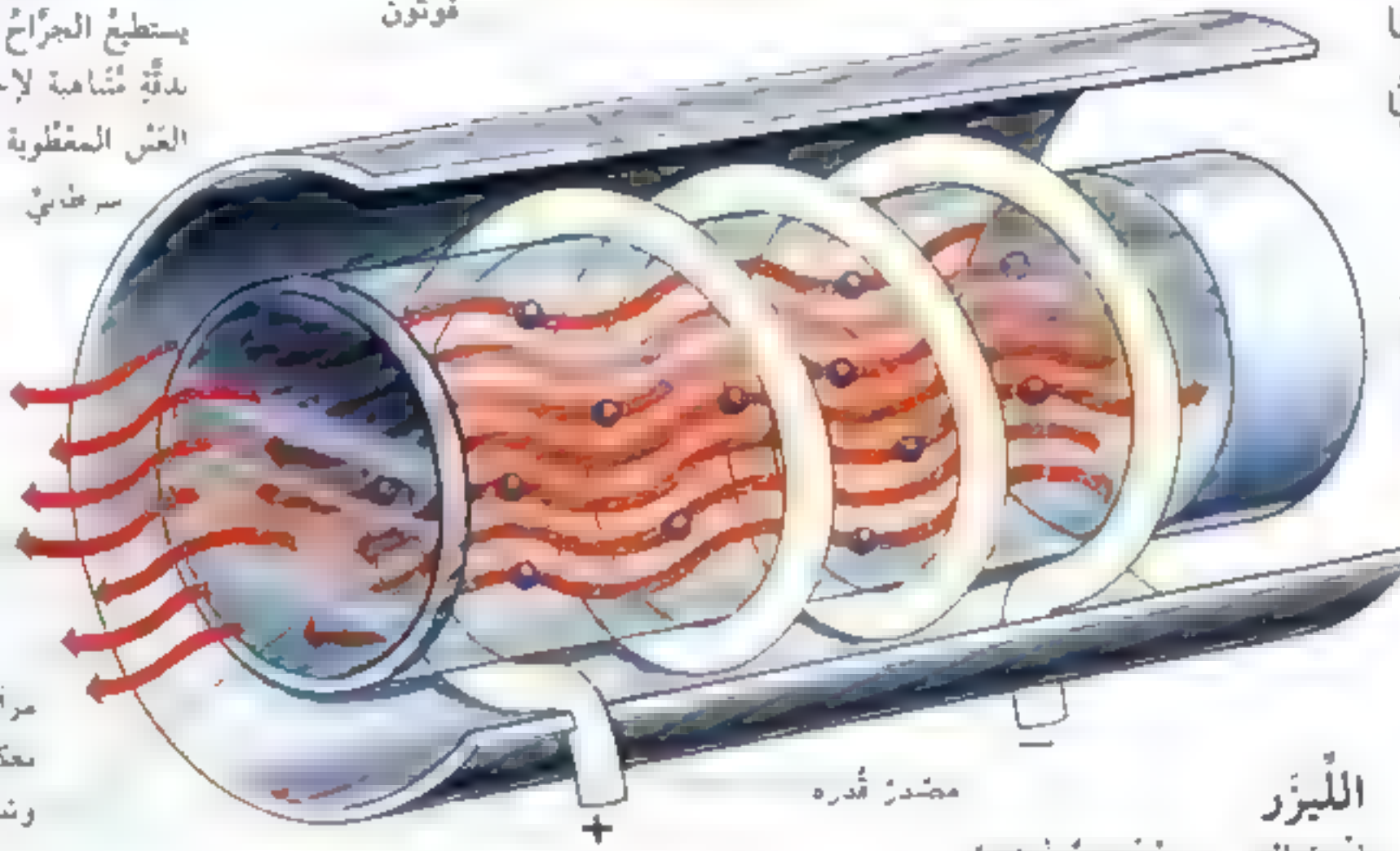
أضواء الليزر بأشعتها الحزمية عدت من المشاهد المألوفة في حفلات الرقص والغناء الشعبية. لكن استخدام أشعة الليزر يتجاوز مجالات الترفيه والتسلية، إلى مجالات علمية وعملية عديدة تشمل جراحة العين، والمساحة، وقطع الفولاذ، ونقل الإشارات التلفزيونية والحاسوبية عبر الألياف البصرية، وقراءة المعلومات والرموز من شفرات الأعمدة التسعيرية والأسطوانات المدمجة. الخاصّة المميّزة لضوء الليزر والتي تؤهله لمختلف استخداماته هي ترابطه واتساقه (انتظامه). فالأمواج الضوئية العادية مخططة وغير منتظمة، لكن أمواج الليزر متساوقة منتظمة، كصفوف الجنود في مسيرة عسكرية. لذا يمكن توجيهها بحزم قوية أكثر نضوجاً وأدق توارياً من الضوء من مصادر أخرى.



حزمة الليزر  
قوية ومركزة  
الدقة.  
فوتون

## الجراحة الليزرية

يستطيع الجراح التحكم في حزم الليزر بدقة مثالية لإجراء قتر دقيق في سطح العنق المغلقة أو لفتح خلايا ورم سرطاني.



ينتج الليزر مريح  
الهليوم والنيون  
صوتاً أحمر

مرآة حزبية التفصيل  
تعكس شعاع الضوء  
وتسمح بمرور بعضه

يمكن إنتاج ضوء الليزر بحشد الجوامد أو السوائل أو الغازات بالطاقة وبعض أنواع الضوء السطحي الناتج على نوعيّة العناصر المتواجدة في مادته



## الليزر

لفظة ليزر هي مخصر لـ "الضوء المنحصر وواحد" لها معناه الضيق الضيق. سمعت الإشعاع المنظم. ويمكن شرح ما يجري ضمن جهاز ليزر بأن طاقة تسعته من أنبوب وقاص أو من بئر كهربائي تُنظَر أو تُنير ذرات مادة الليزر فتنبعث بعض الذرات فوتونات. وهذه بدورها تستثير ذرات أخرى لتنبعث فوتونات في الاتجاه نفسه وتنتج موجات متوازية جيدة وذهاباً بين المرايا في جانبي الأنبوب

الهولوجرام صورة مُحسَّنة  
(ثلاثية الأبعاد) تؤخذ بضوء  
الليزر ويمكن الدوران حول  
الصورة لمشاهدها  
من الجانب الآخر

المحاسبة السريعة في المتاجر الكبرى  
بدأت آلات حسابه المبررة في شجرة  
لاعمده شعيرة على شربك ضوء  
شعر خفكس ونضج لذار في  
د باب هذه الشرب حث من انشاء  
الموضلات، لأنها شتهت قدرة من  
مكثف من لدر مريح الهليوم ونيون سي  
كس نستخدم في مكثف سعة

## الليزر الصناعية

تقطع للدارز لعالبة القدرة صفائح الفولاذ الشمكة بسهولة التي تقطع بها سكين ساجنة قطعة من الزند. والليزر بالغة الأهمية أيضاً في المساحة، لأن حزمها تنشري في خط مستقيم بدقة الدقة. وقد تم تطبيق ضار بق الفضاة الإنكليزية بين فرنسا وإنجلترا بواسطة الليزر



## الصُّور المُجَسِّمة (الهولوجرامية)

تؤخذ الصورة العادية بواسطة مجموعة واحدة من الأمواج الضوئية تعكس من الجسم إلى الفيلم لكن فصل أبعد ضوء الليزر انعكاسه، يمكن نقله إلى مجموعة من حشس لاسج صور ومجسمه إحدى لمجموعتين تعكس مشفرة من الجسم، أما لمجموعة الأخرى فتصل الفيلم من اتجاه مختلف دون لمرور بالجسم وحث بلقي لمجموعتان الموجيات تتج سطحاً تلاحقاً لتشكل على نفسم هذا أثيرت الصورة الهولوجرامية بالشكل الصحيح بدو مُحسَّنة ثلاثة الأبعاد



## تيودور مينمان

طوّر جوردون جاوولد  
فكرة الليزر عام  
١٩٥٧، وهي فكرة  
تعتمد على نظريات ألبرت  
آينشتاين في طبيعة الضوء  
وصمّم تيودور مينمان (من مواليد  
١٩٢٧) أول ليزر عملي عام ١٩٦٠

جهد مينمان ولد ضوء الليزر بتزويد بقوة  
موجب بالضوء من أنبوب وقاص وقد حقق  
ليزر عملي لإجراء مهمما زعمه أنه لم يتجاوز  
نضع سسمرت طولاً

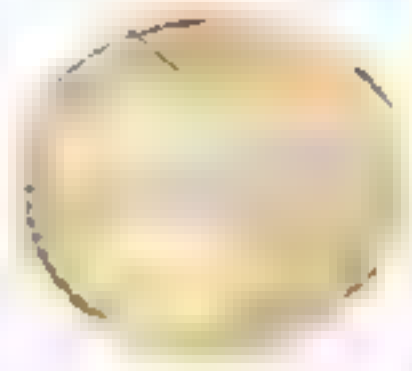
## لزيد من المعلومات انظر

- أشياء العجائب ص ٣٩
- العدائت أشبه ص ٤٨
- السرعة ص ١١٨
- الكهرباء ابثارية ص ١٤٨
- الصُّوْتُ والضَّوُّءُ ص ١٧٧
- الضَّوُّءُ ص ١٩٠



# الضوء والمادة

يقوم لون عدسات النظارات  
الفوتوتروميتية عند تعرضها  
لضوء الشمس اشباع



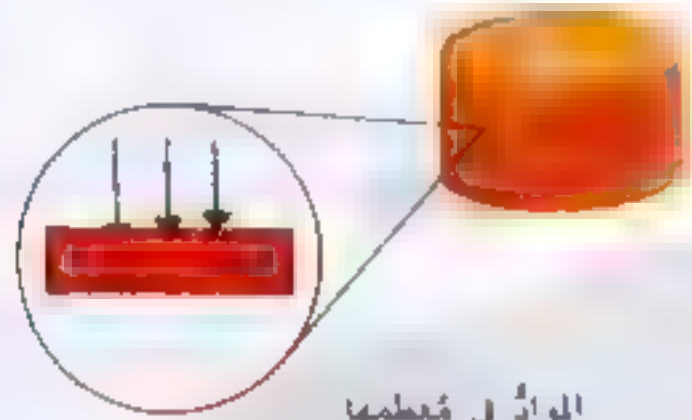
الرجاج الفوتوترومي

في الضوء الحجاب يبدو  
الرجاج الفوتوترومي شفافاً

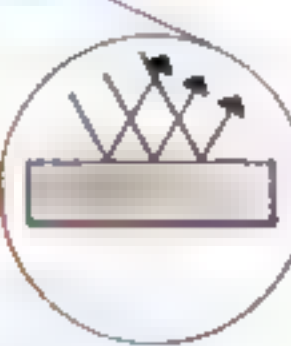
تربطه لكنه يصبح قاتماً عندما يتعرض لضوء ساطع  
فاضافه الى شدة تغير شدة بعض خروجات الرجاج  
فتمتص ضوءاً أكثر وهذه الحصة عكوسة - فهي  
الظل يعود الرجاج إلى صوته

## الأجسام الشفافة والشفة وغير الشفافة

المواد العادية تتأثر بالضوء بطرق مختلفة  
فالشفافة منها تُنفذ كل الضوء اسقاط عليها  
تقرت : والشفة (شدة الشفافة) تُنفذ الضوء  
مستطراً في شتى الاتجاهات بحسب دقة  
داخلها أما المواد غير الشفافة فلا تُنفذ  
الضوء، بل تعكسه أو تمتصه



المواد لا تعطيها  
غير شفافة، فلا تُنفذ شيئاً  
من الضوء بل تُعكس جلالاً.



يعكس الضوء عن ملعبه  
صقله مرآة شاي  
راوية شعوطه عليها.

تُنفذ المادة الشفافة  
(شدة الشفافة)  
الضوء، لكنه يشطط  
داخلها فتبدو لينة اللون.

تُنفذ امددة الشفافة معظم الضوء  
الساكن عليها، ويعكس القليل  
منه - وهذا ما يجعلنا نرى  
سطح الرجاج



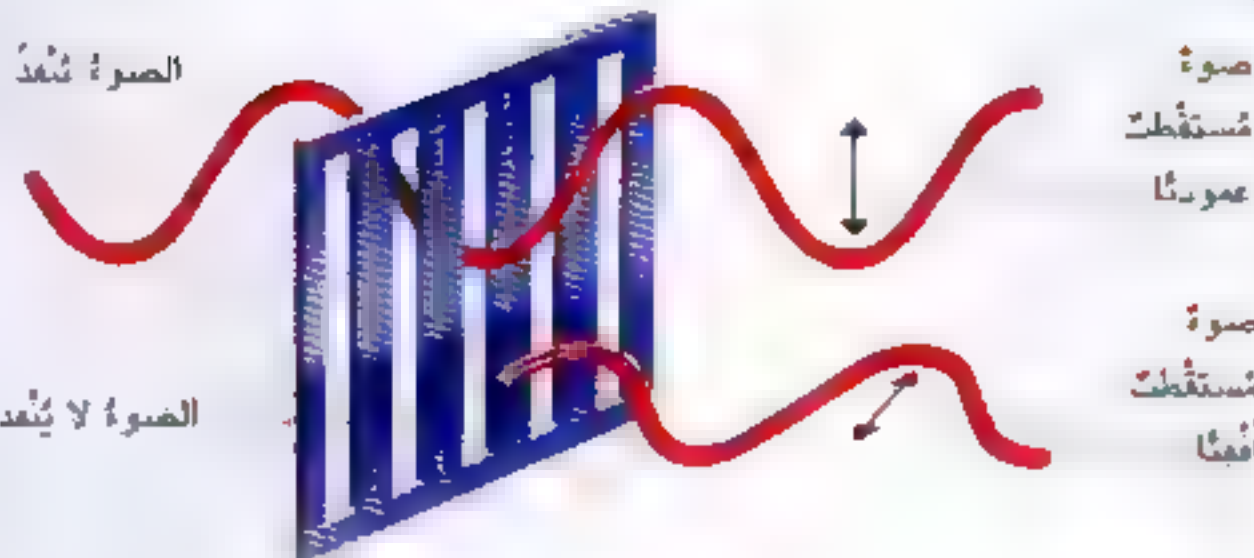
التفلور

بعض الكيمياءات تمتص الضوء فوق البنفسجي  
ثم يُضيق لطيفه ضوءاً مرئياً، ويعرف هذا  
بالفلور. هذه الكيمياءات يمكن استخدامها في  
صنع ملابس ولذباب، وأقلام للبول وحتى  
مُحسرات الحُميل «الشوفاحة» يصنع مُصنعو  
صاحبة لعيل كيمياءات فلورية في المستطبات كي  
تبدو الملابس البيضاء أكثر بياضاً في ضوء الشمس



## زُرقة السماء

هل ساءلت يوماً لم تبدو السماء  
ورقاء؟ الشب هو أن جسيمات  
الغبار الدقيقة وتحت الماء في الجو  
تسبب (شدة) ضوء الشمس  
الأزرق، ذا الطول الموجي  
القصير، يشق أكثر مما يستطير  
الضوء الأحمر ذا الطول الموجي  
الاطول. أما حين ننظر في اتجاه  
مغيب الشمس عند الغروب، فلما  
نرى ضوء الشمس المخمر  
اللامستطار (غير المُشتت)



الضوء تُنفذ

ضوء  
مُستطط  
عمودياً

ضوء  
مُستطط  
أفقياً

الضوء لا يُنفذ

## الاستقطاب

أمواج الضوء مُستعرضة، تتذبذب  
معامدة مع اتجاه مسارها البصري  
الشحنة المُستقطبة تُنفذ فقط الضوء  
المُتذبذب رأسياً وهي بأصبعها  
الضوء المُستقطب أفقياً تُساعد في  
تحديد النهر

## لمزيد من المعلومات انظر

- لصوت ص ١٧٨
- القياس الكهرومغناطيسي ص ١٩٢
- الانكسار ص ١٩٤
- الانكسار ص ١٩٦



# الظلال

تكوّن الظلال لأن أشعة الضوء تسري في خطوط مُستقيمة فلا تلتفّ حوّل  
الأجسام اللامشافة التي تعترض مسارها. وتعتمد جِدّة معالم الظلّ على  
المصدر الصوتي؛ فالمصدر النقطي يُلقي ظلالاً مُحدّدة المعالم، أمّا  
المصدر المُمتدّ (اللانقطي) فيُلقي ظلالاً غير واضحة المعالم. والشمس  
بحكم بعدها القاصي تبدو كمصدر نقطي تقريباً؛ والظلال التي تلقيها هي  
ظلال مُحدّدة المعالم. أمّا المصدر الضوئي الأكثر أمداداً كأنبوب إنارة  
فلورتي فيُلقي ظلالاً أقلّ وضوحاً. ولعلّ أكثر مشاهد الظلال روعةً هو  
كسوف الشمس أو خسوف القمر



## المزولة الشمسية

سحرة الظل الذي تُلقيه ساعة تُلقيها  
بحركة الشمس الظاهرية على الساعات. نستخدم  
هذا السحرة في تحديد الوقت. وقد استخدم  
الرومان الشمس في تحديد وقت عيد كثر من  
٢٠٠٠ سنة. وأما السحرة التي تُلقيها السحرة

## الظلال

شمس لا يُلقي ظلالاً حرة تكون في سبيلها من عند ظهره. تكون عندنا بعد  
خمس، سطر الظلّ حرة تُلقيها الأجسام في سبيلها. هناك فضاء مظلم  
في سبيل الشمس. هذا سبيل الظلّ وشبه الظلّ. فضاء الظلّ هي المنطقة التي  
يُخفيها فيها الجسم جميع أشعة الشمس. أما شبه الظلّ فهي المنطقة التي يُلقيها  
جسمه ضوء لاسي من بعض فضاء الشمس وليس من أجسامها الأخرى

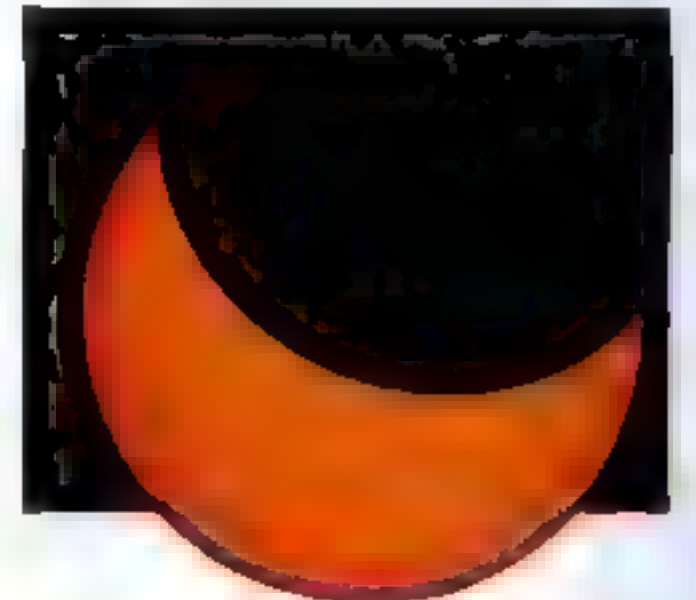
شبه الظلّ

الظلّ

الشمس

القمر

سبيل الظلّ  
كسوف شمس



## الكسوف

في الكسوف، سطر بعضاً (وهو في بعض الأحيان سطر  
الشمس) يُلقي ظلالاً على سطح الأرض. من سطح الأرض في  
موضع شبه الظلّ يكون كسوف خفيف، أما في سبيل  
الظلّ، فكلّ شيء يُلقي ظلالاً على الأرض. يقع ذلك  
لاحتجاب الشمس بحدود

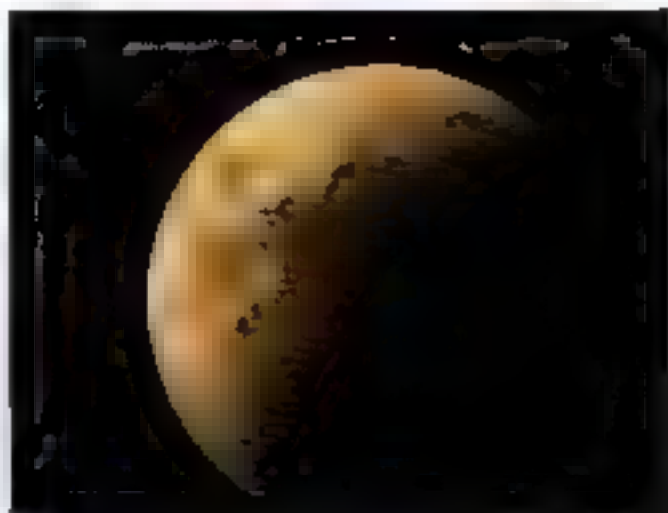
شبه الظلّ

سبيل الظلّ

الشمس

شبه الظلّ

سبيل الظلّ



## الخسوف

أجسام سطر الأرض من الشمس وتُسمى (هي  
سبيل بعضاً) فضاء بعضاً، ويُعرف هذا  
بالخسوف. في مركز الخسوف يُخفي  
القمر عن رؤية فترة برودة على ساعة وفي  
أثناء الخسوف يُمكن مشاهدة ظلّ الأرض  
يسطر على سطح القمر

الشمس

القمر

الأرض

## الكسوف والخراقات

بعض، وفي بعض الأحيان  
بعضه لشمس، كان كسوف  
حدث فضاء صورة  
بعضه لشمس كان  
غولاً هذا سطر الشمس  
كان مع بقاء العلم، وحفظ  
شبابه لشمس، توضح أن  
كسوف و خسوف هما  
حدثان مُصنّعان بحث يُمكن التو  
بر من خدوئهما

## هالة الشمس

في كسوف  
كثير لا تُرى من  
بعض لاهة كسوف  
حول فضاءه. وشبه بعضه فضاءه  
حدث لاهة سطر العرب في هذه فضاءه  
كانت في السطوح (سطوح)، التي لا تُرى  
عنده، سطر سطر بعضه، فضاءه  
كسوف فضاءه فوق سطح الشمس



## لزيادة من المعلومات أنظر

- صوة ص ١٩٠
- صوة و ص ٢٠٠
- الشمس ص ٢٨٤
- قمر ص ٢٨٨
- علم المثلث ص ٢٩٦



# الألوان

تَحْيَلُ عَالَمًا كُلَّ شَيْءٍ فِيهِ بِلَوْنٍ ضَوْءِ النَّهَارِ - أبيض. إِنَّ الحياةَ فِيهِ سَتَكُونُ رَتِيبَةً مُبَمَّلَةً وَلَا شَكَّ. فَمِنْ حُسْنِ الحَظِّ أَنَّ عَالَمَنَا مُشْرِقٌ نَاضِرٌ بِالألوانِ السَّيَّخَةِ المُنَوَّعَةِ. وَتَسْتَطِيعُ عُيُونُنَا، بِتَرْكِيبِهَا الرائِعِ، تَمَيِّيزَ الأطوالِ المَوْجِيَّةِ المُخْتَلِفَةِ للضَّوءِ المُنْطَوِرِ كالألوانِ مُخْتَلِفَةٍ. فَكُلُّ طَوِيلٍ (أو جَمِيعَةٍ أطوالٍ) مَوْجِيَّةٍ ضَوْئِيَّةٍ هِيَ (أو هِيَ) لَوْنٌ مُعَيَّنٌ. وَأَطْوَلُ هَذِهِ الأطوالِ المَوْجِيَّةِ المَرْتَبِيَّةِ هِيَ الضَّوءُ الأحمرُ؛ وَأَقْصَرُهَا هُمَا الأزرقُ والبَنَفَسَجِي. فَإِذَا مُزِجَتْ كَمِيَّاتٌ مُتساوِيَةٌ مِنْ جَمِيعِ أطوالِ الضَّوءِ المَوْجِيَّةِ مَعًا، تَكُونُ النَتِيجَةُ ضَوْءًا أبيضًا. يَعتَقِدُ العُلَمَاءُ أَنَّ الكَثِيرَ مِنَ الحَيَوَانَاتِ لَا يَسْتَطِيعُ تَمَيِّيزَ الأطوالِ المَوْجِيَّةِ المُخْتَلِفَةِ، فَهِيَ تَعِيشُ فِي عَالَمٍ لَا تَعْرِفُ اللَوْنَ فِيهِ.

ضوء الشمس مرشح من جميع الأطوال  
لمرجحة من الأمواج الأطول للضوء  
الأحمر حتى أصغرها للضوء البنفسجي

الضوء الأبيض مرشح  
أطوال موجية من  
مختلف أطوال  
الطيف

## ألوان قوس القزح

يُمْكِنُ رُؤْيَا الألوان المُخْتَلِفَةِ الَّتِي تُؤَلَّفُ مِنْهَا الضَّوءُ الأبيض عِنْدَمَا يَنْتَشِرُ مَوْشُورٌ خُزْمَةٌ مِنَ الضَّوءِ، كَسَرًا الأطوالِ المَوْجِيَّةِ المُخْتَلِفَةِ بِمَعْدِيرِ مُتَدَوِّنَةٍ، يُرَوِّدُهَا إِلَى قَلْبِهَا تَسْتَطِيعُ رُؤْيَا الضَّوءِ الأحمرِ، الأكثرُ ضَوْلاً مَوْجِدًا، هُوَ الأَقْلُ أَنْكِسَارًا؛ وَاللَوْنُ البَنَفَسَجِي، الأَقْصَرُ طَوْلًا مَوْجِيًّا، هُوَ الأكثرُ أَنْكِسَارًا.

الموشور ينقل  
الضوء الأبيض ويُفَرِّقُهُ  
إلى مُقَوِّمَاتِهِ اللَوْنِيَّةِ

تُتَعَثُّ قَصَبَاتُ مِنَ الفولاذِ  
الْمُخَمَّى أَمْوَجًا صَمْرًا صَرَفًا  
الأحمر من انطباع المنطور فقط

مع زيادة إحماء القصيب يتحول  
لون حرقه الأسفل إلى الأصفر

مع إحماء القصيب الأخر يتبعث  
معظم لون انطباع المنطور التي تمتزج  
معاً لتعطي ضوءاً أبيض

## ألوان التداخل

الألوانُ الزَّاهِيَةُ الَّتِي تُشَاهَدُهَا أَحَدًا عَلَى مُقَابِلِ الصَّابُونِ سَهْنًا تَدَاخُلِ الضَّوءِ، فَتُشَاهَدُ الضَّوءُ الأبيضُ المُعْكَسَّةُ عَلَى المِثَالِ الدَّاخِلِيِّ يُقَامُهُ الصَّابُونِ تَسْرِي أَنْتَدَ بِقَلْبِ مِنَ الأَشْيَاءِ المُعْكَسَّةِ عَلَى السَّطْحِ الخَارِجِيِّ وَتَدَاخُلِ الأَمْوَاجِ فِي كُلِّ شِدَعٍ مِنْهَا مَعَ بَعْضِ حَيْثُ يَتَنَبَّهُ قُشْعِي بَعْضُ لَوَانٍ وَاحِدًا الأَخَرِ. فَبِمَا نَصَاءُ أُخَرَى تَكُونُ نَتِيجَةُ سَوْنَةٍ عَلَى سَطْحِ التَّدَاخُلِ

صاحبة (أحمر شرر)

سبن  
(أزرق داكن)

## الأضواء الملونة

الأحمر، والأصفر، والأزرق  
تُعرف بالألوان الأولية

ويمكنك مزج هذه الألوان صوتية

الحصول على أي لون آخر  
والأصفر والأزرق يَشَبُّ صَحِيحُهُ تَكُونُ لُضَوْءُ لَأَبْيَضُ وَحَيْثُ يَرَاكَ بَوْنٌ وَيَتَدَوَّنُ فِيهِمَا تَتَحَدُّ لَوْنًا ثَابِتًا، والأحمر والأزرق يَتَحَدُّ إِحَاخَتًا، والأحمر والأصفر تَتَحَدُّ الْأَصْفَرِ، والأصفر والأزرق تَتَحَدُّ الشَّيْءِ

يمكن تجميع الضوء  
الأبيض بمزج  
الأحمر والأصفر  
والأزرق فقط

يحتوي الضوء الأبيض كل ألوان  
الطيف

المرشح المحتوي (الأحمر المرزق) يُنتِجُ  
الضوء الأحمر والأزرق ويمتص الأحمر

المرشح الأحمر يُنتِجُ النطاق الأحمر فقط من  
الطيف ويمتص النطاقين الأزرق والأصفر

## المرشحات

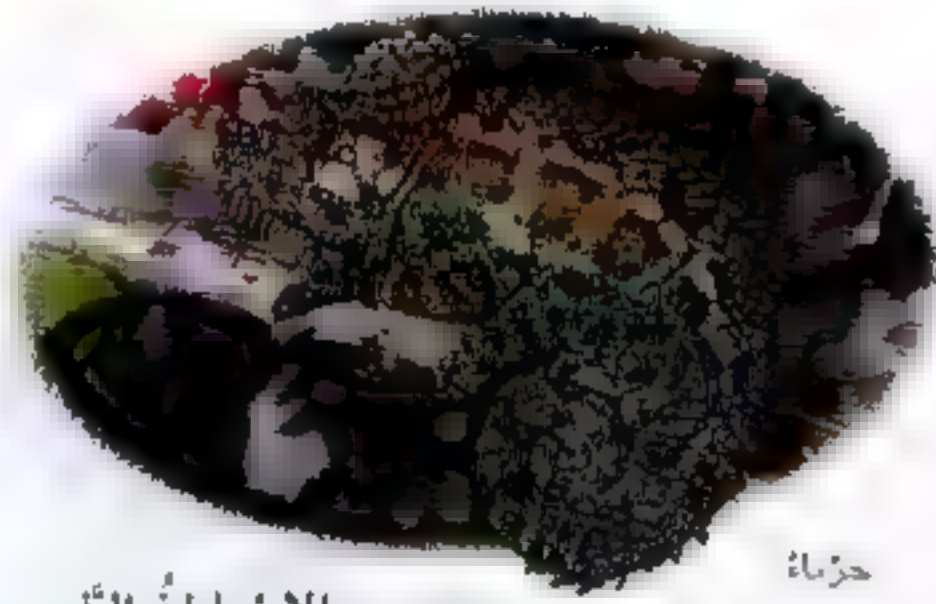
مَرَشِّحٌ صَحِيحَةٌ لِذَاتِيَّةٍ يَمْتَصُّ بَعْضَ لَوَانٍ وَيُتَعَثُّ أُخَرَى. وَمَرَشِّحُ الْأَصْفَرِ، مَثَلًا، يَمْتَصُّ خُرَايَ الطَّيْفِ الْأَحْمَرِ وَالْأَزْرَقِ وَيُتَعَثُّ النِّطَاقَ الْأَصْفَرَ فَقَطْ. أَمَّا المَرَشِّحُ الدَّاخِلِيُّ (الأحمر المرزق) فَيَمْتَصُّ لُضَوْءَ الْأَصْفَرِ وَيُتَعَثُّ الْأَحْمَرَ وَالْأَزْرَقَ

## لمزيد من المعلومات انظر

الضوء من ١٩٠  
الطيف الكهرومغناطيسي من ١٩٢  
مصادر الضوء من ١٩٣  
ناشر خاصة من ٢٦٩



# طَرَحُ الْأَلْوَانِ



حزباء

## الاضطباع الطبيعي

يحتوي حشد لحزباء حلايا صعبة تسمى حشفاً وشكلاً بسيطاً يحوان مع ألوان الحشفاً التي تحيط به. وهذه الوسيلة، فإن الحزباء مُحَكَّمَةٌ حمراء حرة بهتة، لحفر وقد طورت أسماكاً صندوح «لغة تفاهم» عمادها أبحاث من التغيرات بونته تسوخ عن أحسدها

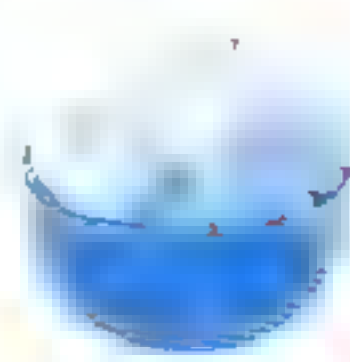
الأجسام غير المُضيئة تكتسب ألوانها بطريقة طَرَحُ الألوان. فهي تَطْرَحُ الضوء من بعض أجزاء الطيف المنظور دونَ الأجزاء الأخرى. فَوَرَقَةُ النَّبَاتِ الخضراء، مثلاً، تبدو خضراءَ لأنها تَمْتَصُّ كُلَّ ألوانِ ضَوْءِ الشَّمْسِ تقريباً ما عدا اللونَ الأخضرَ الذي تعكسه. الحُضْبُ والأصباغُ هي موادُّ طبيعيَّةٌ أو اصطناعيَّةٌ، تُضافُ إلى الدهانات والحُبور (ج. حبر) لِتُكْسِبَها ألوانها. فالحُضْبُ الأحمرُ يمتصُّ الأخضرَ والأزرقَ ويعكسُ الضوءَ الأحمرَ فقط. والحُضْبُ الأزرقُ يمتصُّ الأحمرَ والأخضرَ ويعكسُ الضوءَ الأزرقَ. فبِإمْتِصاصِها الألوانَ، تُضَيِّفُ هذه الموادُّ بِالفِعْلِ لونا للعالم الذي نعيش فيه!



صفر

نصنع ألوان الصور وندعو  
الأحمر للخصون من الحشوة  
بكامن الواسع

صحن (أحمر مرقق)



سائل (أزرق داكن)

يُعالج اللون الأسود مُفَصِّلاً  
كما يظهر القمر والخطوط  
الكفافية واضحة المعالم



## الطباعة الرباعية الألوان

تُستخدَمُ جميعُ الصُّوَرِ المتوَعِّراتِ والرُّسُومِ الإيضاحيةِ المُتَوَسِّعةِ من أربعةِ حُجُورٍ مُتَوَسِّعةِ، هي الدَّحِبُ والسَّيِّدُ والأصفرُ والأسودُ. إنَّ مزجَ هذهِ الألوانِ بسببِ مُخلِطٍ يُنْجِ جميعَ الألوانِ مُخلِطاً التي تُحْكَمُ رَوْنُها. فبِعدَمِ تَحْصُرِ كُنْثِ أو مُحِطَةٍ لِلصَّاعَةِ، تُنْجِ الصُّوَرِ المُتَوَسِّعةِ لِمِزْجِ الألوانِ الأربعةِ هذهِ فَوَتَوَعِّراتِ. وَلِجِدَةِ الإِعلامِ مُسَبَّحَةً لِتَحْصُرِ صَمْعَةِ صَمْعَةِ كُلِّ لَوْنٍ

يتمتصُّ الأصفرُ الضوءَ

الأزرق، ويعكسُ مزيخاً  
من الأحمر والأخضر

يتمتصُّ الماخنُ الضوءَ  
الأخضر، ويعكسُ  
مزيخاً من الأحمر  
والأزرق

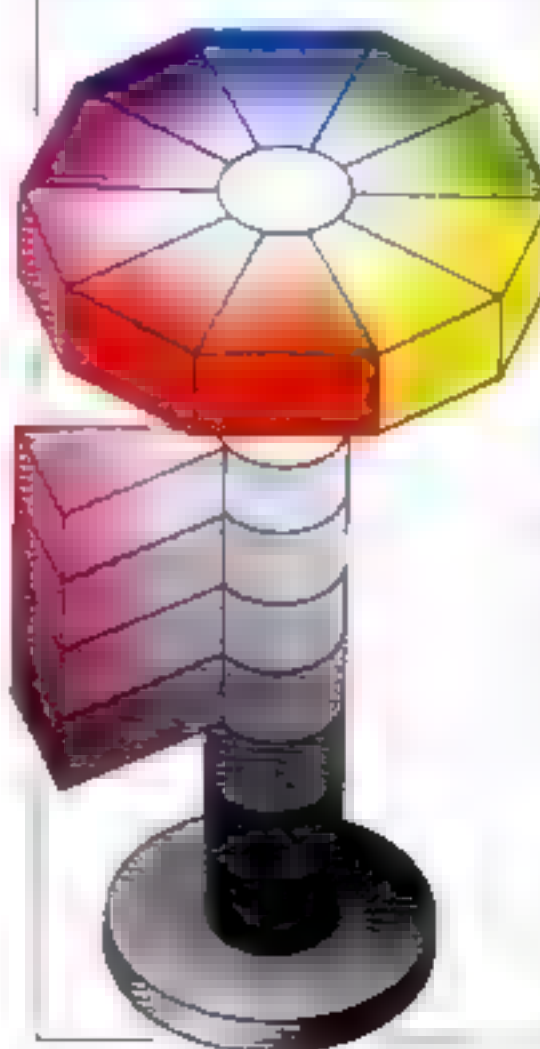
يتمتصُّ الشَّيْبُ الضوءَ  
الأحمر، ويعكسُ مزيخاً  
من الأزرق والأخضر.

## مزج الدهانات

مزجُ لَوْنٍ في الدهاناتِ يَفْعَلُ بِالطَّرْحِ اللَّوْنِ، فَيُحَوِّزُ الدَّحِبَ وَالسَّيِّدَ والأصفرَ يَمْتَصُّ كُلُّ وَاحِدٍ مِها لَوْنًا أَوَّلِيًّا واحداً فقط من الضوءِ الأبيض. فَمِزْجُ أيِّ لَوْنَيْنِ من هذهِ الألوانِ اِثْنَتانِ يَنْجِ دِهَاناً ناصِعاً أَوَّلِيًّا اللَّوْنِ. أمَّا مزجُ الألوانِ الثلاثةِ فَمِزْجُ اللَّوْنِ الأسودِ



زوج أحذية  
في ضوء  
الدهان  
يعكس  
زوج الأحذية  
القماعي الأحمر  
الصورة الأحمر فقط  
ويتمتصُّ جميعَ الألوانِ الأخرى



## شجرة «متصل» اللونية

إد مسي نك وحادوث مُصْداها لَوْنٌ بِدَقَّةٍ بِاقَّةٍ فَمِزْجَتِ حَبِثِ الصُّعُوبَةِ السَّاعَةِ في دَنتِ دَبعنُ الشَّجَرَةِ حَسَّةً شَكْلِيٍّ بِقَوِيٍّ صُورٍ لِلقَوْرِ اِثْنَتانِ الطَّفِيفَةِ حُدَّ حَتَّى يَصْبُغَ بِمِزْجِ لَوْنِهِ مِلايِسَ سَوِيَّةٍ مُساةٍ لِدرجَةِ اِنِّ شَجَرَةٍ مُنْصَلِ اللَّوْنَةِ هي بِصَدِّ مُصْصَفِ لَوْنٍ حَبِثِ نَدَسِ ثَقَّةٍ (لَوْنٌ لَاسَاسِيٌّ) وَاسْئُوتَةِ (شُعْخُ الشَّجَرَةِ) وَالْحَلَاءِ (شُرْفِ اللَّوْنِ وَ عَدَمِهِ). نَمَّ يُوَصِّغُ كُلُّ لَوْنٍ في مَوْقِعِهِ عَلى الشَّجَرَةِ فَكانَ اِشْتِراكُ مَوْقِعِهِ عَلى مُجْهِدِ الشَّجَرَةِ، وَالتَّشْبِيعُ اللَّوْنِيُّ من بَعْدِهِ عَنِ اِجْدَعِ، وَاسْجَلَاءُ من مَوْقِعِهِ عَلى اِجْدَعِ

## زوج أحذية أحمر أو أسود

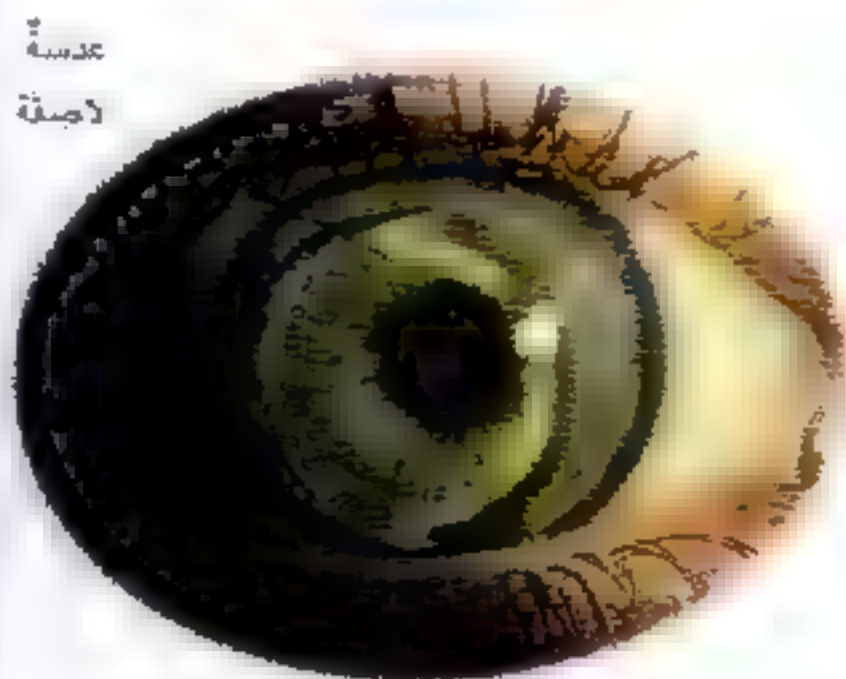
زوج الأحذية القمائي الأحمر، علاه،  
بدو أحمر في ضوء النهار، أو عندما يُضَاءُ  
بِالصُّوَرِ الأحمرِ لِأنَّهُ يَمْتَصُّ الصُّوَرِ الأحمرَ  
فقط. وَيَمْتَصُّ جميعَ لَوْنِ الأخرى اِنِّ  
عَدَمِ إِصْداهِ بِالصُّوَرِ الأزرقِ بَوْنَهُ يَدُوَّ اسودَّ،  
لأنَّ حُضَّةَ الأحمرِ يَمْتَصُّ كُلَّ الصُّوَرِ  
الأزرقِ. وَنَسِ من صَوْبِهِ أَحْمَرَ لِمُغْكَمَةِ

## المزيد من المعلومات انظر

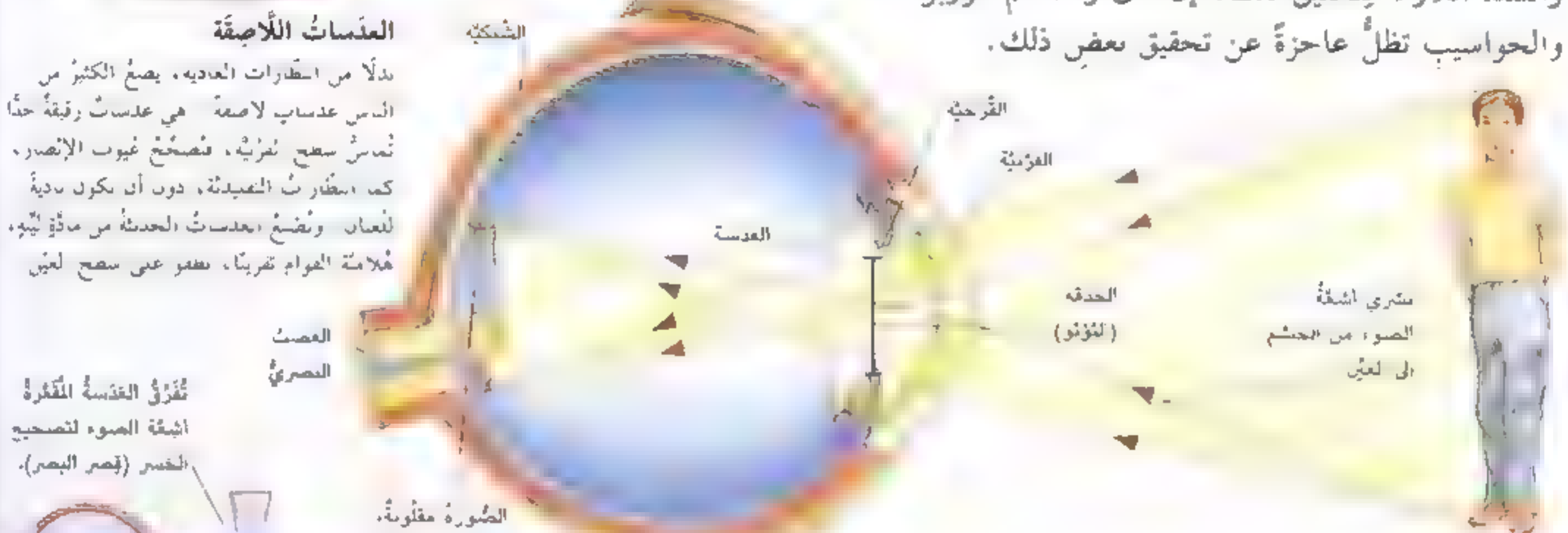
- الأصباغُ والحُضْبُ ص ١٠٢
- لَقْطَةُ الكَهْرِمَنْطِيسِي ص ١٩٢
- الإنعكاس ص ١٩٤
- الألوان ص ٢٠٢



# الإبصار



الطريقة التي تعمل بها العينان والدماغ لإنتاج الصور فائقة الدقة والتعقيد. فالضوء الذي تستقبله شبكية العين، بعد أن يكسره المكيف، نحوله خلاياها الحساسة للضوء إلى طاقة كيميائية، وهذه الطاقة تفعل الأعصاب لتتقل هذه الرسالة الكهروعضية إلى الدماغ الذي يحللها ويحسبها ويصدر آتيا التعليمات المناسبة لمواجهتها. وهذا ما تتمثله في لاعب التنس أو البيسبول الذي يرقب بعينه الطابة الصغيرة منطلقة نحوه بسرعة تقارب ١٦٠ كم/س، فيقدر دماغه المدى والموقع الذي تزد منه الطابة، والحركة والاتجاه والشدة اللازمة لتحقيق ذلك. إن أدق وأضخم الروبوبات والحواسيب تظل عاجزة عن تحقيق بعض ذلك.



بذلا من انطرات العادي، يصغ الكثير من الناس عدسات لاصقة هي عدسات رقيقة جدا تمارس سطح لمرية، فتصنع غيوب الانعكاس، كما انطرات المتعددة، دون أن يكون ردية للعين وتضع العدسات الحديثة من مادة لينة، علامة القوام تقريبا، تظهر على سطح العين

تقوى العدسة المقعرة اشعة الضوء لتصحيح الخسر (قصر البصر). مد البصر والخسر تغير عضلات العين شكل العدسة لتركيز الضوء على الشبكية. فبعد فديد البصر، لا تستطيع عضلات العين محدب العدسة بما فيه الكفاية - فتمركز اشعة الضوء خلف الشبكية أم عند الخسر (قصر البصر)، فعضلات العين فاصرة عن تحيف محدب العدسة بما فيه الكفاية - فتمركز اشعة الضوء أمام الشبكية ويمكن تصحيح كل الحالتين بعدسات

## الخدع البصرية

كثير من المعلومات التي يستخرجها من صور الأشياء متي على معرف حشفه بما يحدث أن تكونه. فمثلا نعد المسافة بنا وبين جسم قد لا نعرف حجمه الفعلي ونعرف كم يبدو حجمه على بُعد معين. لكننا قد نكون محدوعين! فالأحدوة النصرية قد نضننا فيما يتعلق بالحجم النسبي للجسم، بوضعه في غير موقعه المتوقع. فالكرون نضننا ه سذوان منسويني الخضم، لكن لكره الحلبة هي كره قدم والامامية هي كره جوف

الكرون تلتد إحدما عن الأخرى بحوال ٢,٧ متر

## العين

العين استرية كره عاسية ملية سائل ومسنفرة في مخبر عظمي في ممتتها طبقة شفافة وبة هي القرنية التي تسهم أيضا في تركيز الضوء الجرا للمدون الظاهر من العين، هو لقرنية التي تصطف كمة الضوء المار عبر حديقها (البؤبؤ)، فتصطف في الضوء شاطع وتوسعها في الضوء الخافت. يتعد الضوء إلى العدسة فتركزة على الشبكية، التي تحوي طبقة من الخلايا الحساسة للضوء. هذه الخلايا ترسل، عن طريق العصب البصري، إشارات إلى المخ حيث تؤول إلى معلومات تؤلف عالمنا المنظور.

## الإبصار المجسم

الانصار معين أنس تساعد في تقدير مواقع الأحسام ونعدها بدقة. فإذا نظرت إلى اصعك، بعين واحدة أولا ثم بالعين الأخرى محد أن اصعك قد تحرك من موقعه. وهذه الحركة برداذ أكثر فأكتر كلما قرنت اصعك إلى عين والدماغ هو الذي يؤخذ مطور انعين البشري وتسرى في ضرره وحده مخشمة (ثلاثة الأعداد)

رفعة الشطرنج - كما تراها العين البشرية



يحتوي الشبكية طبقة من الخلايا  
حساسة للصورة تُسمى  
شبكية ومخاريطها

مخاريط الشبكية  
حساسة للألوان  
المتغيرة

خلايا  
عصبية

نابيت الشبكية  
ومخاريطها

يحتوي شبكية نوعين من  
خلايا حساسة للصورة هي  
شبكة والمخاريط. يحتوي العين قرنيه  
٦,٠٠٠,٠٠٠ خلية من المخاريط و  
١٢٠,٠٠٠,٠٠٠ من شبكة. تتحت  
مخاريط صور الشاطع واطوار الصورة الموحدة  
شخصية. فمكتنا من ذراك الألوان اما سالت  
حساسة للصورة بحدوث ولا تسحب للألوان

نابيت الشبكية  
حساسة لمستويات  
الصورة الخفيفة

في ضوء الشفط الشاطع يعمل  
نابيت الشبكية ومخاريطها  
بكمال فعاليتها وتكون  
الفروق اللونية واضحة

ليلاً ونهاراً

بدون الفروق اسوية  
وصحة في ضوء الشفط  
الشاطع لا كلا مخاريط  
الشبكية وسابها فشفط بكمال  
اما في ضوء الغمر فشفط اسالت فقط  
وبدون الفروق اللونية فل وصوت أكثر

في ضوء لغير شفق  
النابيت فقط، فلا يستطيع  
إدراك الألوان

كم لونا يمكنك رؤيته؟

دا كان إحصاءك للالوان متوا، يمكنك رؤية سلسلة الشفط  
حضره المتخاف في هذه الشبكية من الشفط حمره  
واضفره. إن حوالي واحد من ١٥ من الذكور لا  
يستطيع إحصاء هذا الشفط لانه اعنى الاحمر والاحمر  
واسر دور مثل هذا العنى لا يتحسسون الفرق بين  
لاحمر والاحمر - كما يدركه دور الابصار الشوي اما  
نسبة ذوي هذا العنى من الإناث فصيلة - إذ لا تتعدى  
نسبة من يجدن صعوبة في تبيين الشفط الطاهر في هذه  
الشبكية الواحدة في الألف

سلسلة من النقط الحمراء

نقطة صفراء

نقطة حمراء

خطوط دليلية تظهر  
بالصورة فوق السطح



المرأى الحشري

عيون الحشرات حساسة لشم من لطف  
الكهرمغنطيسي غير الشم الذي يراه عني  
الإنسان والحشرات تفر للصورة فوق  
الشمع الذي لا يصنع عني الإنسان  
بشء بعض الأهدر طورت مع الزمن  
خفصاً يرى فقط في الصورة فوق الشمع  
وهذه تشكل خطوط دالة توضح لشخص نحو  
الريح والفتح (عند قطع)

العين البسيطة

جهاز البصر في الحمار يكون من صف من  
العيون البسيطة الأشبه بالكاميرات ذات شفا  
لكنها حساسة للصورة بهذا الجهاز يستطيع  
الحمار اكتشاف حركة الحيوانات الضارية  
وتتأمل مصراعها بسرعة حتى يروا الحمار

عدسة  
مخروطية  
عدسة  
سطحية  
رؤيتك أنت من أي  
تجاه

سطح

البافت العصب  
البصري

العيون المركبة

تتألف من عدة عيون

بعضها لأن بها مئات العيون

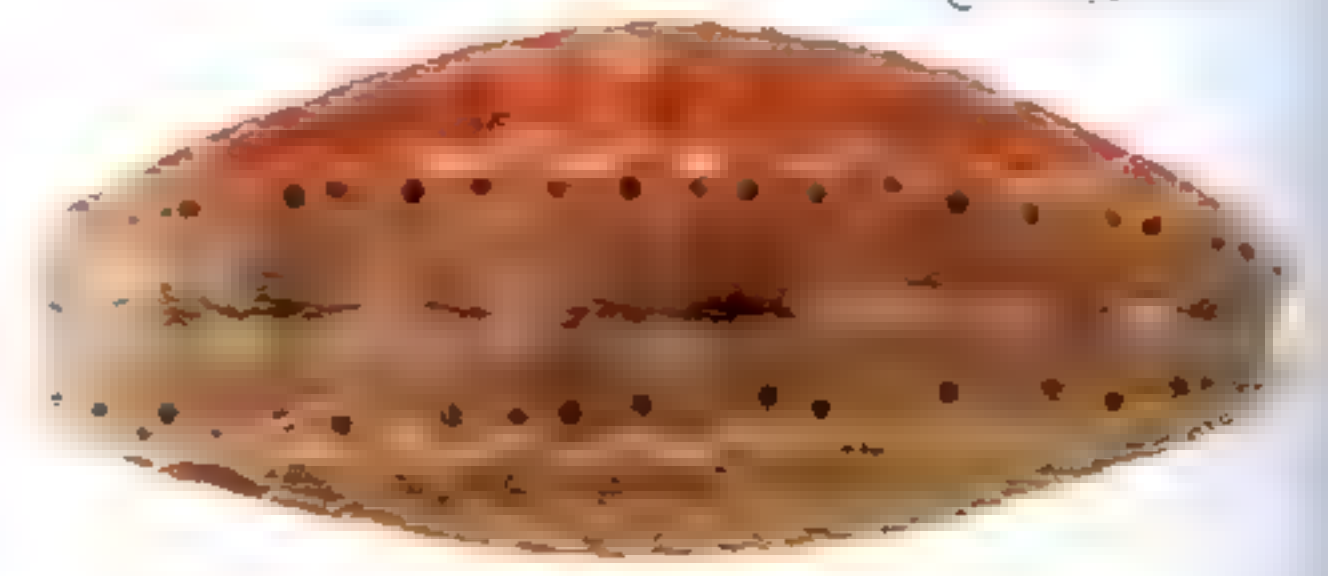
تتركز كل واحد منها تحتوي مئات الشفط

الغيبية في مواجهة جميع الاتجاهات وسات كل غيبية

من عدسة خارجية سطحية وعدسة مخروطية داخلية

ويعمل هذا العدسات على تركيز الصورة ويوجهه نحو

عصب بصري والدماع



لمزيد من المعلومات انظر

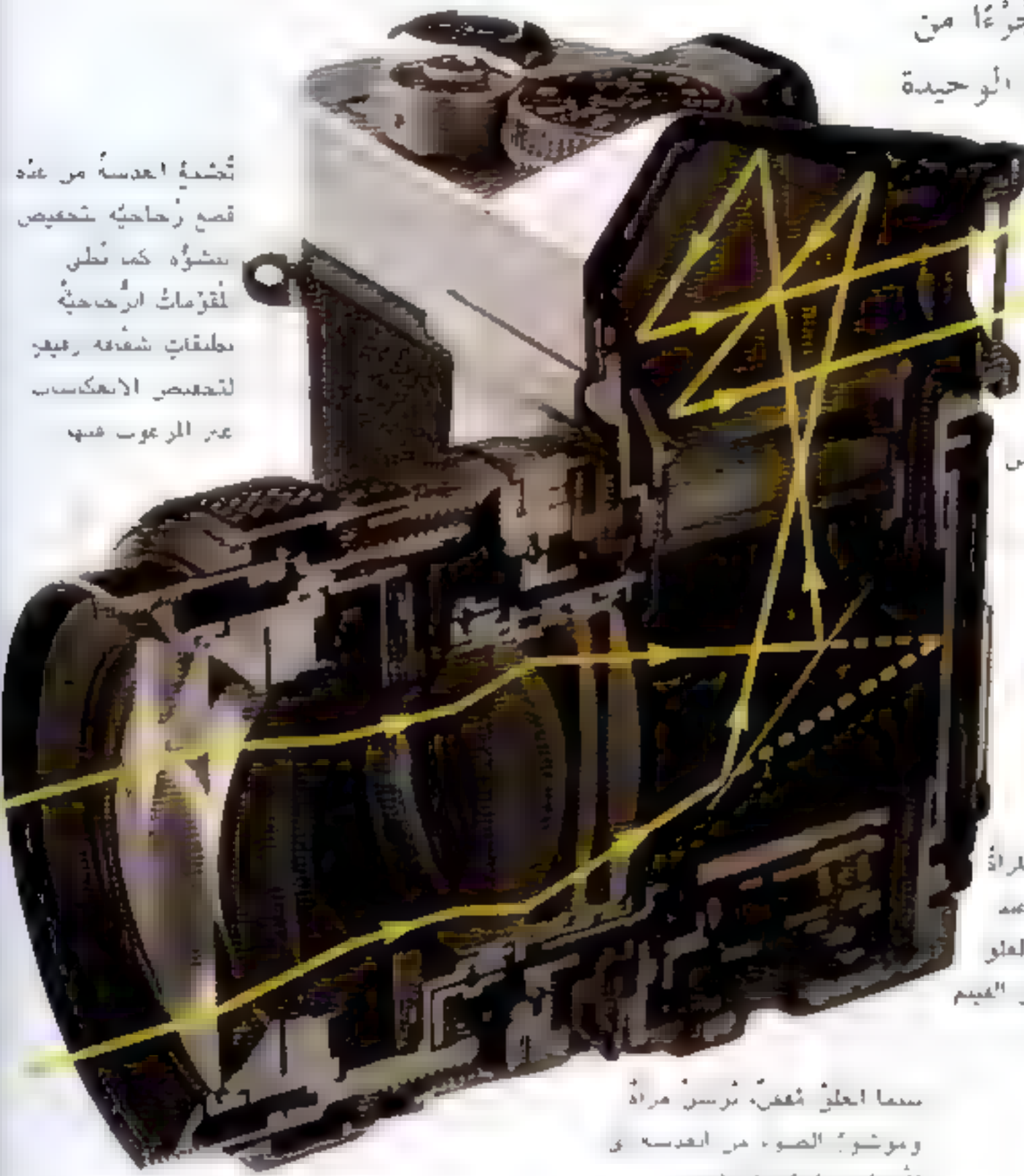
تقني الكهرمغنطيسي ص ١٩٢  
العدسات ص ١٩٧  
الألوان ص ٢٠٢  
لصور متنوعة ص ٢٠٦  
الخنافس ص ٣٥٨



# التصوير الفوتوغرافي

الصورة (مُعَبَّئَة المَشْرَف)

تُشَدُّ العدسة من عند  
قص رُحاحيَّة تحفِص  
بشَوْه كما تُطَي  
لِقَوَامَات الرُحاحيَّة  
بطلقات شَفَعَة رَفِيع  
لتَحْفِص الانعكاسات  
عن المَرعوب فيها



تُشَكَّلُ صُورُ الْأَخْبَارِ وَالرَّحَلَاتِ وَالذَّعَايَاتِ وَالْأَزْيَاءِ الْمُثَرَّةُ جُزْءًا مِنْ حَيَاتِنَا الْيَوْمِيَّةِ، حَتَّى صَارَتْ شَيْئًا عَادِيًّا مَأْلُوفًا. وَكَانَتْ الطَّرِيقَةُ الْوَحِيدَةُ لِتَسْجِيلِ الْمَشَاهِدِ، حَتَّى الْقَرْنِ الْتَامِسَعِ عَشَرَ، هِيَ رَسْمُهَا بِأَقْلَامِ الْقَحْمِ وَالْجَبْرِ وَالشَّمْعِ أَوْ تَصْوِيرُهَا بِالذَّهَانَاتِ الْمُثَلَّوَةِ. وَفِي عَامِ ١٧٢٧، اكْتَشَفَ الطَّيِّبُ الْأَلْمَانِي، جُوهَانُ شُولْتِرْ، أَنَّ نِتْرَاتِ الْفِضَّةِ يَقْتُمُّ لَوْنُهَا عِنْدَ تَعْرِيفِهَا لِلضَّوءِ. لَكِنْ لَمْ يَتَمَّ تَحْضِيرُ أَوَّلِ صُورَةٍ فُوتُوغْرَافِيَّةٍ إِلَّا حِينَ نَجَحَ الْفَرَنْسِيُّ، حُورِيَفُ نِيَّسْ، فِي تَسْجِيلِ أَوَّلِ صُورَةٍ كِيمُوضَوِّيَّةٍ. وَقَدْ طَهَرَتْ الصُّورُ الْفُوتُوغْرَافِيَّةُ الْأُولَى بِظُلَالٍ رَمَادِيَّةٍ بَصِيَّةٍ حَافِيَةٍ، وَلَمْ تُكُنْ تُرَى إِلَّا مِنْ زَوَايَا مُعَيَّنَةٍ فَقَطْ. لَكِنْ كَسَانِرُ الْاِكْتِشَافَاتِ الْعِلْمِيَّةِ الْآخَرَى، طُلَّ الْعَمَلُ جَارِيًا مِنْ قِبَلِ الْكَثِيرِينَ عَلَى تَحْسِينِهَا وَبِالْإِمْكَانِ الْيَوْمَ رَسْمُ صُورٍ فُوتُوغْرَافِيَّةٍ إِلِكْتِرُونِيَّةٍ عَلَى أَسْطُوَانَاتٍ حَاسُوبِيَّةٍ بِاسْتِخْدَامِ كَامِيرَا الْفِيدِيُو السَّاكِنَةِ فَحَقَّقَ «التَّصْوِيرُ الصَّوْتِيُّ» بِذَلِكَ خُطُوبَ مُهِمَّةٍ

شاشة  
العدسة  
الرَّحِيح  
المنفرد

مرجع المرآة  
شاشة  
العدسة  
المنفرد  
للمرئى  
للمرئى

سُيِّمَ الْعِلْقُ شَفَعَةً تُرْسَرُ مَرَّةً  
وَمَوْشُورُ الصَّوءِ مِنْ أَعْدَسَةٍ  
الصُّورَةِ (مُعَبَّئَة السَّحْبِ)

## الكاميرا

يَعْمَلُ جَمِيعُ كَامِيرَا سَرَكْتَرِ الْكَمِفَةِ الْجَلَامَةِ مِنَ الصَّوءِ عَلَى فَنَنِ الْفُوتُوغْرَافِي  
لِكُونِ الصَّوَرِ وَتُكُنْ بَعِيْزُ هَذِهِ الْكَمِفَةِ سَعْدِيْلُ شَفَعَةٍ وَهِيَ الْفُتْ لَدِيْ بَمَرٍ  
صُورَةٍ مِنْ حَلَاةٍ، وَبَعِيْرُ مِنَ الْعَرِيْصِ وَهُوَ الْحَدَّةُ الَّتِي يَبْقَى تَعْلُقُ حَلَالَهَا  
مَقْوُودُ تَحْدِيْرِ الصَّوءِ وَبَعِيْزُ الْكَثِيْرُ مِنَ الْكَامِيرَا، كَهَذِهِ الْكَامِيرَا  
الْحَدِيْثَةِ دَابَّ أَعْدَسَةٍ بَعْدَكُمَا الْفُتْرَةِ، مَدَسَّسُ كَهْرَصَوِيَّةٍ مُنْهَ  
يَضْطَرُّ بِمَوْشُورٍ لِيَصْبَحَ لِيْمَنِ الْعَرِيْصِ وَفَتْحَةٍ  
الْكَامِيرَا أَوْ يَوْمَانِيَّةً

## القنطرة المظلمة

ضَمَمَتْ كَامِيرَا لَأَوَّلَى عَلَى سَبْعِ  
بَعِيْرَةٍ (الْحَدَّةُ) الْمَظْلَمَةِ وَكَانَتْ هَذِهِ  
بَعِيْرَتُهَا مِنْ خَلْفِهَا فَصَلَتْ تَعْرِيفُهَا  
صُورُ الْبَعِيْرَةِ الْبَعِيْرَةِ الْمَحْطَلَةِ مُنْهَلَةً  
مِنْ حَلَالِ أَعْدَسَةٍ وَرُغْمَ كَوْنِهَا دَسَمَةً  
سَلَبَةً نَاحِيَةٍ فِي رَمَاهَا، فَتَهُ لَمْ تُكُنْ  
بِالْإِمْكَانِ سَجَلُهَا



## شكّل وحجم الأفلام

كَانَتْ الصُّورُ الْفُوتُوغْرَافِيَّةُ الْأَوَّلَى تُسَجَّلُ عَلَى صَفِيْحَةٍ مَعْدِيْنَةٍ رُحَايَةِ  
أَمَّا الْأَفْلَامُ لِحَدِيْثَةِ أَعْدَسَةِ الْبَعِيْرَةِ هِيَ أَكْثَرُ تَوَعُّدًا وَأَدَقُّ مَعَادَةً وَتَضَعُ  
بِمَنَاسِبَاتٍ وَشَرَعَابٍ وَسَعَةِ الْحَدِيْثَةِ الْبَعِيْرَةِ أَنْ تَرَعَهُ الْفَلَمُ  
هِيَ مَدَسَّسُ كَمِفَةِ صُورَةٍ لَتِي يَحْتَأِ أَنْ سَقَطَ عَلَيْهِ بِعَرِيْصِ الْبَعِيْرَةِ  
وَالْأَفْلَامُ السَّرِيْعَةُ يَتَرَفُّهَا رَمِيْزُ تَعْرِيفِ قَصْرِ، مَمْدٌ يَكْفُلُ عَدَّةَ بَصَائِطِ الصُّورَةِ  
مَعَ هَرَارِ كَامِيرَا أَمَّا الْأَفْلَامُ الْأَبَدُ فَتُسَجَّلُ تَفَاصِيْلُ كَثَرِ لَانْهَا بِهَذَا  
الْعَرِيْصِ لِكُونِ خَدَابٍ فَضْلَةٍ أَدَقِّ

يُسْتَحْدَمُ مُصَوِّرُ

السُّوْدِيَّوَاتِ صَفِيْحَةٍ

فِيْلَتِيَّةِ كَدَرَةِ الْفُتْمَةِ

لِتَسْجِيلِ صُورٍ

وَأَصْحَةِ الْعَالَمِ جَدًّا

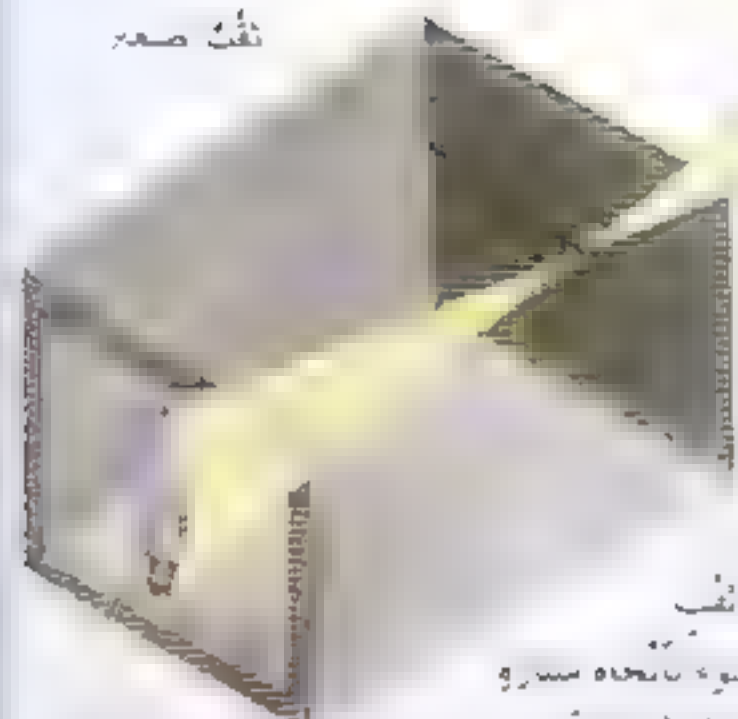
الْأَفْلَامُ الْمَلْفُوقَةُ بَعْرِضِ

٣٥ ملم هِيَ أَكْثَرُ

الْأَحْجَامُ الْفِيْلَتِيَّةِ شَبُوعًا



تَقْتُ صَعْدِ



شَفَعَةُ الصَّوءِ مِنْ  
الْحَدِيْثَةِ تَعْرِيفُ الْخُطُوطِ  
تُسَجَّلُ عَدَّةَ الْفُتْ  
الصَّوءِ نَحْوِ السَّحْبَةِ

## الكاميرا ذات الثقب

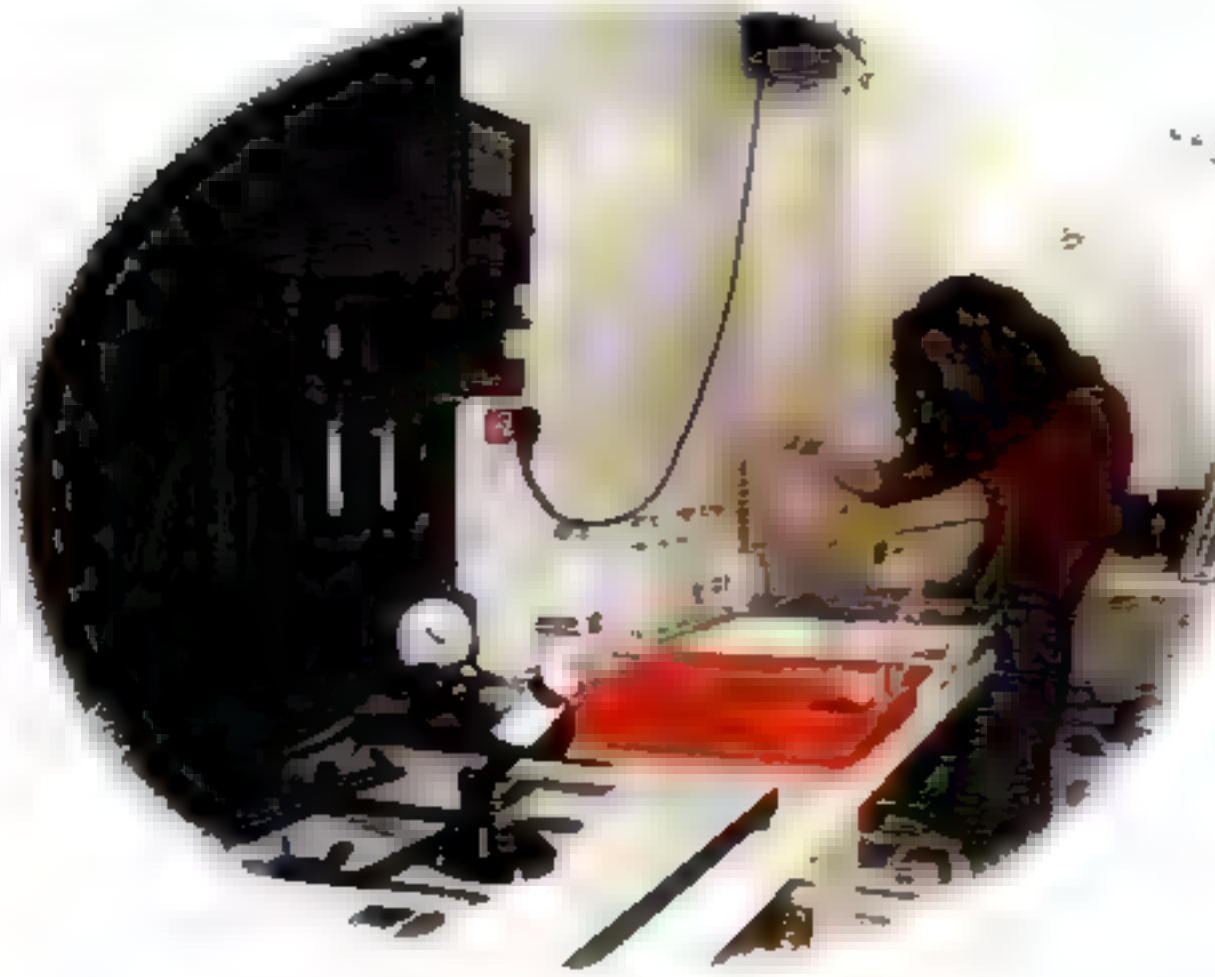
الْبَسْطُ الْكَامِيرَا ذَاتُ الْفُتْ  
صَعْبٌ، بَدَلًا مِنْ أَعْدَسَةٍ، يُعَرِّضُ الصَّوءَ بِأَتْعَادٍ سَرِيْعٍ  
فِي مَوْجِزٍ تَعْلَقُ بِصُورَةٍ لِكُونِ عَدَّةٍ مُنْهَلَةٍ،  
وَيَصْلُحُ تَعْلَقُهَا أَوْ يَوْمَانِيَّةً بِعَرِيْصِ صَوْنِهِ

أَصُورَةٍ مَقْلُوبَةٍ  
رَسْمٌ عَلَى عَدَّةٍ



## حُجْرَةُ مُظْلِمَةٍ

منذ تصوير مصغري كماموناب حساسة للصورة،  
لقد بحث مظهر الفيلم وضعه في خجرو  
مظلمة لتطوي طريقة إنتاج صور  
فوتوغرافية بالأبيض والأسود على  
مرحلتين وفي كل مرحلة عدة خطوات  
عند تطوير هذه الصور المطبوعة بحضرة  
أولاً على صورة سلبية ثم تحويل هذه  
إلى صورة موجبة مطبوعة على ورق  
فوتوغرافية



## التظهير

في الخرجة سلبية تُخرج الحسنة  
معرض من غسلة وتنف على  
بكرة ثم تُغسل في معطبي بحوي  
كماموناب مظهر الصورة بعد ذلك  
تسحب الحسنة  
باليد وتصفى  
إلى كماموناب  
أخرى تحت  
الضوء



## التكبير والقطع

يمكن طبع الحسنة بعد تطهيرها باليد  
وتحسينها فوضع في جهاز تكبير، ثم  
تسقط عليها ضوء ساطع، فتكون عدسة  
الجهاز لها حسنة مكبرة على ورق حساسة  
للصورة بعد ذلك تظهر الصورة المكبرة  
وتحوي نسخة من الصورة نفسها كما الفيلم



الأجزاء العامة من اسطوانة  
تُمرر ضوءاً أقر من  
الأجزاء الأخرى لونا



## معالجة الألوان

الأفلام الملونة تعمل بطريقة مماثلة لأفلام الأسود  
والأبيض، لكن تُعطي الفيلم الملون ثلاث  
صديب. كل صديب حساسة لوني واحد من الضوء  
الأزرق أو الأحمر أو الأخضر عند مُدججه  
الفيلم، تُضاف إلى طبقاته أصباغ الأصفر  
والماجنتا والسيان، فتُنتج الصورة بكامل ألوانها



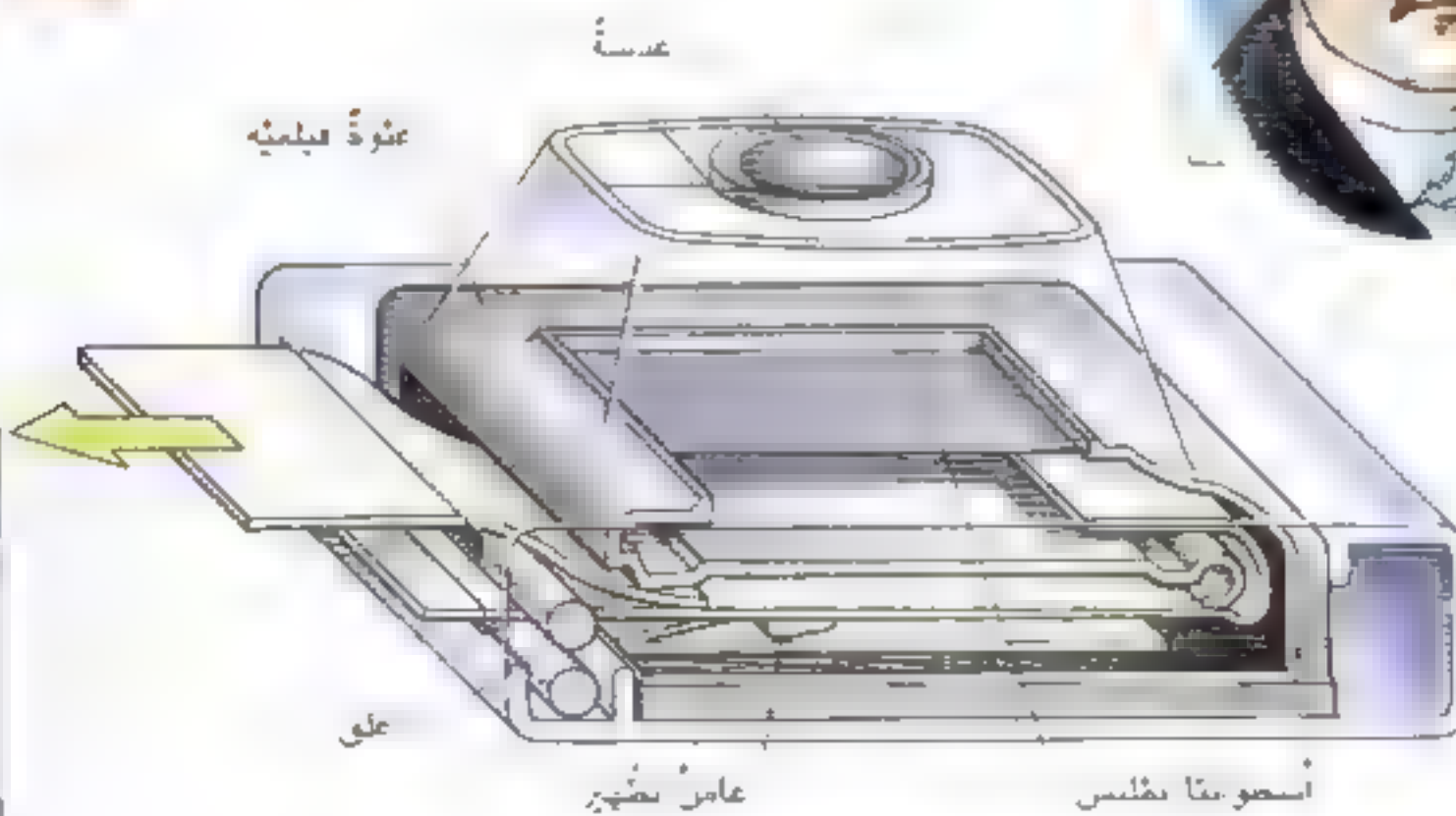
## جوزيف نيبس

حقّق جوزيف نيبس (١٧٥٦ - ١٨٤٣) أول  
صورة فوتوغرافية حين رُكِّز المظهر، الذي نُظِّل  
عليه نافذته، على صفيحة من  
نيوبر مصغرة باليد بحساس  
للصورة، وركبها تَصَلَّتْ لَمَدَه  
لعماني ساعات. غير أن  
شريكة جوس داجير  
(١٧٨٧ - ١٨٥١) طوّرت فيما  
بعد طريقة أكثر حساسية  
(معد دجير) تتمة في أمن  
من دفعه بحريص



## ليم البولارويد

سَخّر ليم بولارويد ضوء فوترة لعدم  
سحب الحسنة مُعَرَّض للصورة من عبوة  
الاسم، ضغطه اسطوانات بحساس  
كماموناب على سطحه مظهر الصورة في  
حوالي دقيقتين، ويحوي الفيلم ذاته شح  
غداً يتفصّل، منها ثلاث حسنة  
للصورة وحلّال التصوير تُسرّ صمغ  
الأسفل والأصفر وساحس غير الحسنة



لحميد من المعلومات أنظر
لميزات الابتكارية ص ٣٦
المالوجيات ص ٤٦
المعدات ص ١٩٧
الألوان ص ٢٠٢
التصوير ص ٢٠٤
حقائق ومعلومات ص ٤١٢



# السينما

كانت بدعة تسجيل الصور على أفلام خذنا مثيلاً جعل الناس يتطلعون بتوق إلى تقصي سبل لتسجيل صور متحركة. وكان توماس أديسون أول من حقق ذلك عام ١٨٩٣، في أفلام لا تزيد مدتها على ١٥ ثانية، ولا تمكن مشاهدتها لأكثر من شخص واحد في وقت واحد، بواسطة مكنة تدعى الكيتوسكوب أي يكشف الحركة. وفي العام ١٨٩٥ تمكن الأخوان الفرنسيان أوغست ولويس لوميير من عرض صور متحركة على سيطرة لأول مرة أمام نظارة. وكانت الأفلام الأولى رقاقة صامئة وبألوان الأبيض والأسود. ولم تظهر أفلام هوليود الساطعة إلا عام ١٩٢٧. وفي الثلاثينيات دخلت الأفلام الملونة عالم السما. واليوم أصبح خبراء الصناعة السينمائية، لا خبراء نارعب في عرض القصة فقط، بل أيضاً خبراء في محلف مفاهيم علم الصوت والضوء المتعلقة بصناعتهم.



## الفيلم السينمائي

الفيلم السينمائي هو في الحقيقة سلسلة من الصور المتحركة تُسقط وحدها على الشاشة الأخرى بسرعة فائقة الكاميرا السينمائية الحديثة تسقط ٢٤ إطاراً (صورة) في الثانية. وعند عرض هذه الصور بسرعة واحدة نفس على الشاشة يراها المشاهد متحركة. إذ يظن بعين مخيفته ما يراه حتى بعد مرورها

## الكاميرا السينمائية

في الكاميرا السينمائية الشقعة، يدور دوار مفتوح وعند داساوب ٢٤ مرة في الثانية، عارضاً أفلاماً على كائن إطار يدوره. فعندها يكون نعين مفعلاً. يستخرجت ناشقوب في جانب الفيلم ويسحب الإطار التالي نحو سؤونه بنية بعريضة أن حركة المخبب والفيلم شقعة هي التي تست الصبح لأرر لدى سمعة كلما شققت الكاميرا المسدنة وأنه اعرض

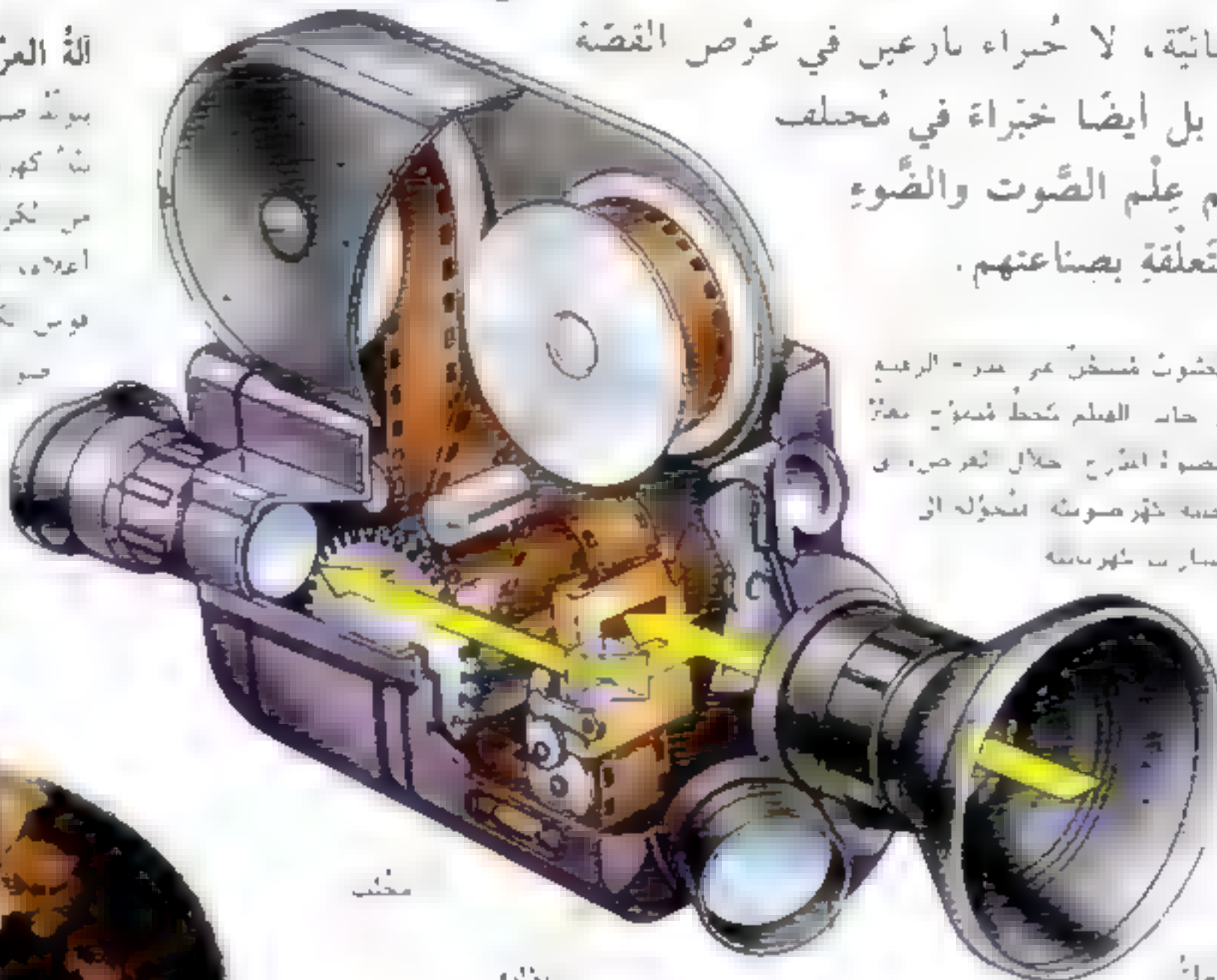


مقرر محدد  
موس للكمون

## آلة العرض السينمائي

يؤخذ ضوء الشمس من سنده عندما يسري شق كهربائي عبر فتحة صغيرة من فصوص من الكربون في آلة العرض السينمائي، أعلاه، طر الحساسة، يسبح مصباح فوس الكربون ما يكفي من الضوء لاسفحة ضوء سادعة على شاشة كبيرة

يعدشك الضوء على الفيلم لفقن تم تحريكه بمسحة الموسور نحو المسؤونه بحيث يسقط المصور مشاهدة الصورة



مخبب

دوار

نقطة الصورة  
محررك  
العدسة نحو  
الفيلم أو  
بعدا عنه

كاتب لرونه في من دس الحصره  
الساعة في نفس الساع عبر



## تحرير الأفلام

يسقط في تصوير أفلام السينمائية شقعة من من تدفق أكثر مما تشقعة في شقعة واحدة المتعددة بعرض كذا ن مشاهد عمن لا تسقط تسسنة ومهته ريسن التحرير ن يجمع الصور المتقطعة بوضئها مع سربب الصبح بحيث يزوي الفيلم المقص ويظوي شق شق على نص الاصول المتعددة من بنية ونزفها مع

الزوتروب  
(أسطوانة الأشكال المتحركة)  
كاتب ذمة

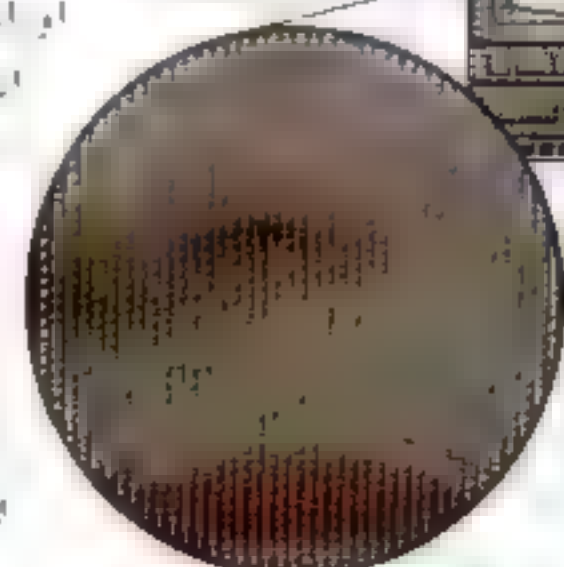


زوء وب شاق من سطر به شقعة مد حبه صق من سطر. يظهر كل واحد منها شقعة من شقعة غير سفت من سطر كذا ذاب لأسطوانة ودا ذوء لأسطوانة سريو كذا ذاب صور به حر مع بعض صدم كذا شق

## التلفزيون والفيديو

يكون حركة على مساره التلفزيون أو الفيديو بطريقة مشابهة بكونها على أصل سمائي ن معظم أجهزة تلفزيون بعد ص صورة ك مفة ٢٥ مرة في ثانية داد مخضب الصورة على شاشة تلفزيون عدسة مكنة بكنك مشاهدة نقط الحماء والحضراء والبراء التي تالف مع

سالف الصورة  
من شق خفر  
وخصه الشق



سحشع  
النقط سكون  
شق

## لريد من المعلومات انظر

التلفزيون ص ١٦٦  
تسجيل الصوت ص ١٨٨  
ضوء ص ١٩٠  
تصوير الفوتوغراف في ص ٢٠٦



# الأرض

الأرض ثالث الكواكب المعروفة في المجموعة الشمسية من حيث البعد عن الشمس، وخامسها من حيث الحجم، والوحيد من حيث تواجد الحياة. تبدو الأرض للناظر من عل ككتلة من اليابسة والبحر والهواء؛ كلها عرضة للتغير تبعاً لتحركات داخل الأرض والطاقة المتباعدة من الشمس. الدراسات الأرضية (الجيولوجية) مستمرة والعلماء يحققون باستمرار اكتشافات جديدة. وقد تفرع علم الأرض (الجيولوجية) في القرن العشرين من وصف ودراسة الصخور إلى دراسة مختلف العلوم المتعلقة

بالدراسة المفققة للمعادن، تتكشف لت كمناء الأرض والمواد المختلفة التي تتبجها العمليات الجيولوجية. وهذه الدراسات تعرف بالعدانة أو علم المعادن.

تكون المعادن المختلفة الانواع ضخورا متناسة وتستخدم ضخور مختلفة في تشييد المباني ورفض الطرق، أو كمواد أولية في صناعة الكيماويات. وعلم الصخور هو واحد من علوم الأرض.

تشاء ناطحات السحاب من الحجارة الضخمة تدعّم هيكلا من الفولاذ المستخرج من خامات الحديد، ويصنع رجاج موافقها من الزمل، وتستخدم النفط لتشغيل مكبات النابن. الجيولوجية الاقتصادية تستخدم المبادئ الجيولوجية لاكتشاف المواد ذات الجدوى العملية.

## علم الأرض

علم الأرض يشمل دراسة المرات والجريت في الكيمياء الجيولوجية كما دراسة المحركات في علم الكونيات. لقد تجمع ليد في هذه المجالات كم هائل من المعلومات عن الأرض. أسهم فيه الجغرافيون والجيولوجيون وعلماء المحيطات والمأحيون والملكئون وغيرهم. ويقوم العلماء المختصون تدريجياً بدراسة هذه الحقائق الجديدة وإيجاد العلائق السية بينها لتكون صورة واضحة من بنية الأرض وتطورها عبر العصور.

بتركيبها ومظاهرها وتاريخها وتطورها فيما يسمى «علوم الأرض». ويتضوي في هذه العلوم بعض من الثقافات الحديثة والكيمياء والفيزياء والبيولوجية والعلوم التطبيقية المختلفة؛ وهي بمجموعها تسهم في زيادة معرفتنا عن الكوكب الذي نعيش فيه.

يشمل دراسة بنية الصخور للتأكد من احتمالياتها قدر إرساء أساس المناس عليها، وقدر حفر الانفاق عبر الجبال التي تكونها، وتعالج الجيولوجية البنيوية طبيعة تحركات الصخور وتغير أشكالها.

يعتمد موقع المزرعة أو المدينة على جغرافية المنطقة وطبيعة الأرض فيها. وتعالج علم شكل الأرض (الجيومورفولوجية) دراسة شكل الأرض وتضاريسها الطبيعية الناتجة عن نوعية الصخور وبنيتها.



خارطة العالم هذه  
مؤرخة ١٥٩٨ في  
أنورب (نميككا)

### الخرائط القديمة

في القرنين الخامس عشر والسادس عشر شملت الاكتشافات، دافع أسخاره من أوروبا في اتجاهات متعددة لاكتشاف بلاد جديدة، أو توسيع إمبراطورياتهم استعمارية، أو للإبحار حول الكرة الأرضية. وكان ما شهدوه في رحلاتهم، وما جمعه من مآوج وعيانت، وما عاؤوا به من أخبار وروايات أساساً لمختلف المفاهيم القديمة عن الأرض.



يمكننا المقارنة بين جيولوجية كوكبنا وبين جيولوجية جاراته الأقرب، والمتباعدة بين المراحل التاريخية التي مرّت بها. وغالباً هذه الدراسة هو علم الكواكب.

### أفكار قديمة حول الأرض

كان بعض الهنوس، منذ حوالي ١٥٠٠ سنة، يعتقدون أن الأرض محمولة فوق أربعة دلو واقفة على ظهر نجاو عملاقة نأخر ديب كنده، عن كيفية نشأة الأرض، هي جزء من التقاليد والأفكار لعنمة العديسة في كل الحضارات. ومع تقدم العلم والثقافات، نشأت معاهم عن الأرض وكيفية نشأتها والأبحاث والتحليل الجارية والمستمرة نقرنا أكثر فأكثر نحو مفهوم طاعة كوكبنا وكل ما يحويه.



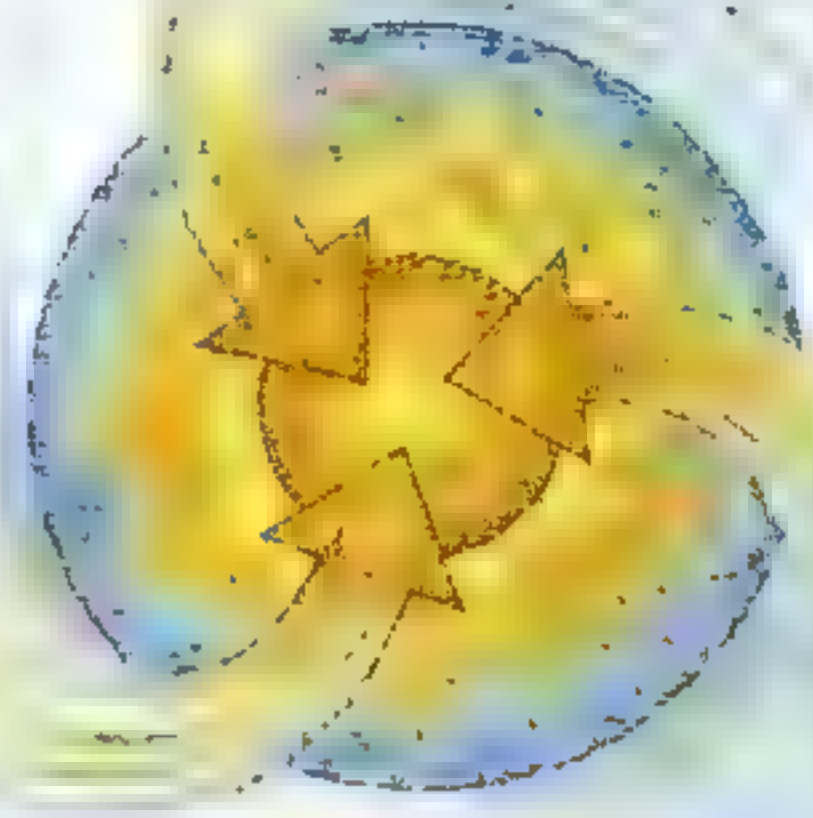
# تكوُّن الأرض

منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة، لم تكن الأرض سوى سحابة من الغاز والغبار تدوم في الفضاء؛ كجزء صغير من سحابة هائلة أكبر منها بكثير. ثم تكتلت معظم مواد تلك السحابة الضخمة وتَمركزت في الوسط لتكوّن الشمس. وبدأت حلقات من المواد، عبر باقي السحابة، تتجمع معاً لتكوّن الكواكب؛ وكان كوكب الأرض أحدها. والأرض، ككل الكواكب، ذات بنية طبقية - موادها الأخف في الطبقات الخارجية والمواد الأثقل في اللب. وتُسببان حركة تدويم السحابة الأصلية بكليتها من نمط تحريك الأرض حالياً.

النظرية المتجانسة هي أولى نظريتين حول كيفية تكوُّن الأرض.

النظام الشمسي بدأ كاسطوانة مدوّمة من الغبار والغبار.

بفضل الجاذبية، تجمعت جسيمات من جميع الأحجام مع بعضها مع بعض في كرات في النهاية إلى كواكب.



جسيمات الحديد والنيكل الثقيلة عاصت نحو المركز وظلت في الجسيمات الأخف في الطبقات الخارجية.

النظرية الثانية حور تكوُّن الأرض هي لنظرية المتجانسة.

النظام الشمسي بدأ كاسطوانة مدوّمة من الغبار والغبار.

تجاذبت جسيمات الحديد والنيكل الأثقل بعضها مع بعض بفعل الجاذبية لتكوّن الكواكب، ونتيجة لكل الكواكب الصخرية أصغر لها قوة جاذبية قوية.

الجسيمات الأخف (كاستيليكات، مثلاً) اندسخت إلى خارج اللب الثقيل بكونها، فيما تجمعت الغارات الحبيبية جداً لتكوّن جو الكوكب.

## القشرة القارية

تتكوّن جدران جديدة متعصّس القارة تحت صفيحة القشرة المحيطية.

القشرة المحيطية المنصهرة الصاعدة عبر القارة تُكوّن البراكين.

## القشرة القارية

طبقة الأرض الخارجية، التي تُشكّل الكتلة اليابسة، تُسمّى القشرة القارية. وتتكوّن في معظمها من صخور قديمة إصاصة إلى مواد جديدة تكتلت كناسل جليّة حول الحواف. ويُستبان التاريخ المُعقّد لكل قارة من بينها المعوجج السُكّرة. تتألف القشرة القارية بصورة رئيسية من السليكا والألومنيوم (السيال).

يتكوّن الدرع القاري المسطح، المسّمي سيف القارة، بتجمع بطناء من الرُساسات التي لم تغزها اضطرابات.

سلسلة جبال تتكوّن من تصادم قارَين.

الجبال القديمة، كجبال الروكي في كندا، تكوّنت لَمَلاً عند حافة القارة.

البراكين عند الحدود المحيطية تدفع الشهارة الصخرية إلى أعلى.

تتخذ الشهارة الصخرية مُكوّنة طبقة صخرية كثيفة.

القشرة المحيطية الأقدم والأعمق هي الأبعد عن الحدود المحيطية.

## نظريتان في تكوين الكواكب

سم يتوصل العلماء بعد إلى تصور مُوثق لكيفية تصلّب سحابة مدوّمة من الغاز والغبار لتكوّن الأرض. فهناك في هذا الشأن نظريتان: الأولى، النظرية المتجانسة، وهي تفترض أن المواد التي كوّن الأرض قد تكتلت معاً ثم أمصلت إلى طبقات مُختلفة، أحدها في الطبقة العليا. أمّا الثانية، وهي النظرية المتجانسة، فتفترض أن اللب تكوّن أولاً من المواد الثقيلة، ثم تجمعت المواد الأخف حوله.

حيث تبدأ القارة بالانغلاق يظهر أنقاض يُسمّى وادي الحشف.

الطبقة المسطحة من القشرة القارية تتكوّن من صخور قديمة مُعوجة ومُشوّهة أصبحت مُلساء بفعل الحث.

استكشرك في حافة هذه القشرة تُرى مواقع أنصبتها عن قارة أخرى.

## القشرة المحيطية

حيث مُحيطي

## القشرة المحيطية

طبقة الأرض الخارجية في قاع المحيطات تُسمّى لقشرة المحيطية، وهي دائمة التكوّن بفعل البراكين التي تدفع الشهارة الصخرية إلى أعلى عند الحدود المحيطية. وتُعتبر لقشرة القشرة مُتناهية سُمّاً في الأحاديث المحيطية. تتألف القشرة المحيطية بصورة رئيسية من استليكا والمغنيسيوم (السيما).



و ربيع خمسة شمسائي من اشهر الايام فيه  
يسرى القطب الشمسي والحيوي الكثرة  
مقرب من ضوء الشمس  
عساوي ايلي  
والله اعلم

في النصف الشمالي من الكرة الأرضية يكون الفص  
صيفاً حين يواجه القطب الشمالي الشمس مباشرة،  
فيكون فيه نهار دائم ويقلس السحاب في  
القطب الجنوبي حيث الفص  
شتاء وبطلام

القُصُور

ثوران الأرض عامة حول خمس نه رنة  
 ربع في حدها لانه نشأ في خلاف  
 مقصور فعد يكون اتحاد القطب  
 بمعد بعد عن خمس واحد ح  
 يكون في اتحادها هه تحدث  
 نغرب لخاصه مضيقه المدهن  
 لمناجمة ليعط الاستواء غلبه التأثير بميل  
 محور الأرض لذا مساحتها أكثر استغراقا

تدویم مائل

ندوة الأرض حول محور وهمي  
سدب في قوسها الشمالي  
والجنوبي، بدلاً عن العمودين  
على محور ذلك شرح مقدار  
¼ ٢٣ درجة - فالأرض تدور  
حول الشمس عائلة بهذا المقدار

يَكُونُ الْفَصْلُ شَتَاءً فِي  
النَّصَبِ الشَّمَالِيِّ مِنَ الْكُرَّةِ  
الْأَرْضِيَّةِ حَيْثُ يَتَّجِعُ الْقُصْبُ الشَّمَالِيُّ بَعِيدًا  
عَنِ الشَّمْسِ، فَكَوْنُهُ فِيهِ لَيْلٌ دَائِمٌ، وَيَتَعَكَّلُ الْحَارُّ فِي  
الْقُصْبِ الْجَنُوبِيِّ حَيْثُ الْفَصْلُ صَيْفٌ وَلِنَهَارٍ دَائِمٍ

حَرْوَةٌ تُحَسِّفُ حَسْبَ مَقَامِهَا  
حَرْوَةٌ لَا تَحَسِّفُ قُلُوبًا رَفِيعَةً  
فِي حَسْبِ الْجَوَانِبِ  
وَيَسَاوِي طَرَبُ النَّهَارِ فِيهِمَا.

الأرضُ تُدَوِّمُ وتَدَوِّرُ

قد تراءى لك أن الأرض صلبة، لكنها في الحقيقة ناعمة جداً حول محيطها  
(المتعاود مع خط الاستواء) مرة في يوم وهي في أطرافها تدور حول  
نفسها مرة واحدة في سنة تدور الأرض حول محورها بست  
عاشرة الليل والنهار فعندما يؤخر خريف الأرض الذي أنشأه  
نفس يكون هناك وحسب تدورها تكون بين  
ذلك في دور الأرض حول الشمس (عند  
محور على تلك الروح) تسمى بعالم انفس

الْبَطْنُ الْمُتَّصِحُ

لا في بيت كرونة حكيك بعام ، بل  
في مسجده قبله في وسط فتن  
مدور و مسجده مصاحف عدد حفظ  
لا مسموع له عنه شئ من مصاحف  
نقله و كتب في ذلك شريفة  
مدور به رد في ثلثة مدور  
في دفع راجع في عدد من  
مدور مدور و مدور  
حدث عدد في ثلثة مدور  
مدور في ثلثة مدور  
مدور مدور مدور  
مدور مدور مدور  
مدور مدور مدور  
مدور مدور مدور

فَمَرَّ بِهِ فَانْقَلَبَ غَيْرَ صَاحِبٍ لِمَا كَانَتْ عَلَيْهِ  
مَقَرُّهُ فِي مَرْكَبِ الْأَرْضِ وَهَذَا الْقَصْرُ  
مَبْنِيٌّ مِنَ الْقَصْرِ الْعَمُودِي بِهِ الْقُصَيْرُ  
يَحْدُو ١٢ أَلْفَ وَهِيَ كَمِثَّةٌ قَسْلَةٌ  
يَسْتَدِيرُ عَلَيْهَا ثَلَاثُونَ قُصْرًا الْأَرْضُ  
أَسْفَلَ مِنْ بَقَرَاتٍ ١٢ أَلْفَ

ثُمَّ الْإِصْرُ يَوْمَ  
كَامَلَهُ حُورُ الشَّقِيقِ  
فِي ٣٦١ يَوْمًا

شَدُّوْهُمُ الْأَرْضَ حَوْلَ مَخْرُوجِهَا  
أَمَّا زُغَيْرُ الْقَطْنَيْنِ الْخُجْرَانِيَيْنِ  
الشَّعَالِي وَالْجَبَوِيِّ

مَخُورُ الْأَرْضِ مُتَعَامِدٌ مَعَ  
حُطٍّ لِأَسْمَاءٍ كَمَا الْحِجْلُ لِي  
كُلِّ لِكَوَاكِبِ

## الشُّنُونُ الأطولُ !

إن تدوير الأرض حول مغزولها  
يتباطأ قليلاً جداً جداً تدريجياً  
وذلك بسبب احتكاك المد والجزر  
في حرها. فمما حث ودهنا حور  
سطحها. وباحتساب عدد أيام السنة  
من الحطوط نمو المرحاض، يُقدَّر  
تقصُّد أنه قبل ٤٠٠ مليون سنة كان  
عدد أيام السنة ٤٠٠ يوم. وسبب  
ذلك أن تدوير الأرض كان أسرع  
حسب ما يجعل لأنام أقصر

لَمَّا رَأَى أَن يَضَعَهَا  
الْأَرْضَ حَوْلَ وَسْطِهَا  
عَدَمًا حَقِيقًا تَدْوِيهَا  
بَعْدَ بَضْعَةٍ لَا  
عِلْمَ لَهَا بِهَا

راوند صلاب الارض  
مسوي ۲۲۱

لأريد من المعلومات أنظر

معطية ص ١٥٤  
 سنة الأرض ص ٢١٢  
 نضجوا واحدا ص ١  
 أفض الكوز ص ٢٧٥  
 الأرض ص ٢٨٧



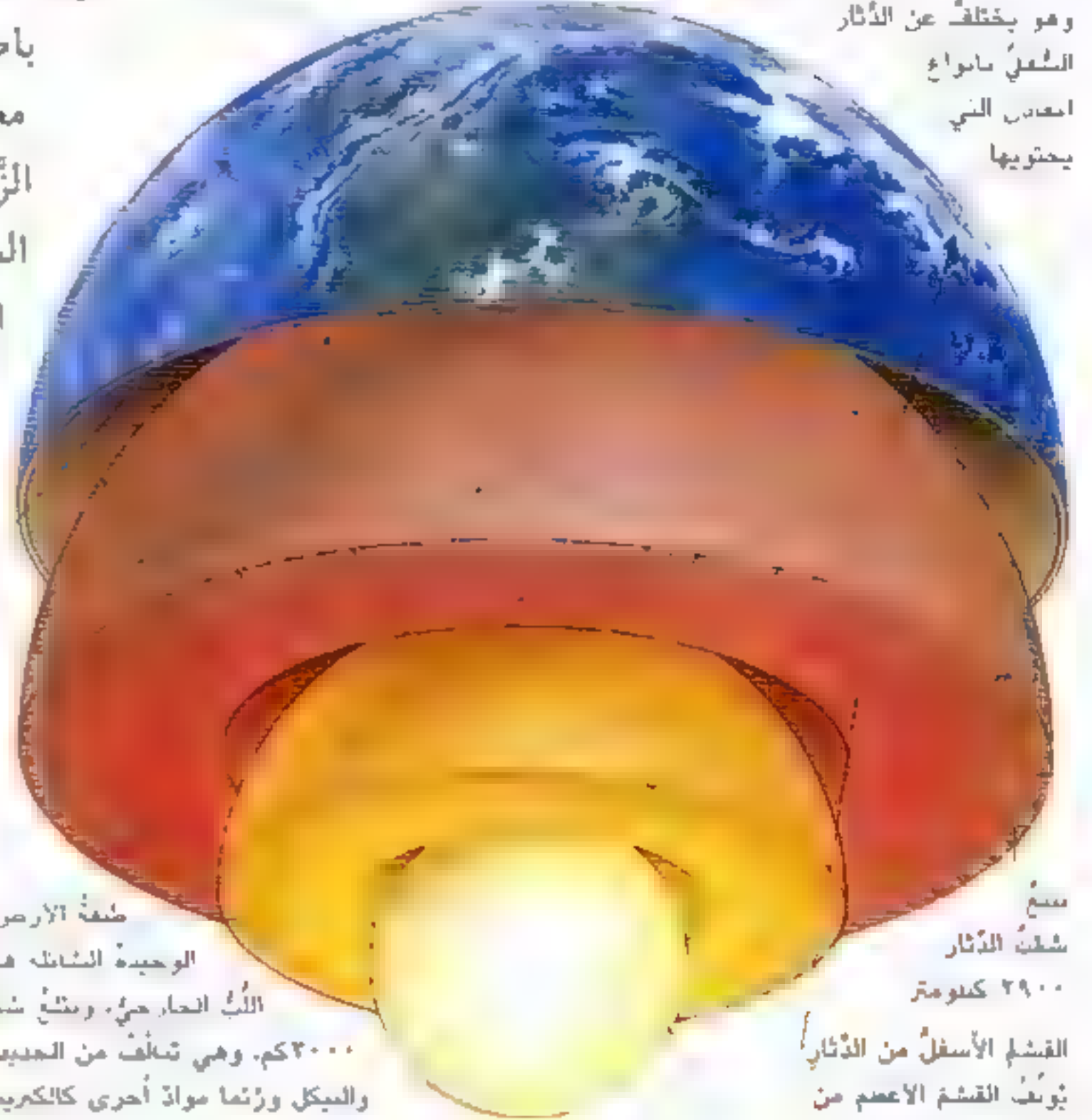
# بُنْيَةُ الْأَرْضِ

كما قشرة الثعالب تُولف غِلافاً رقيقاً خارجياً، هكذا القشرة من سطح الأرض بالمقارنة مع الطبقات تحتها. إنَّ حَجْمَ الأرض الهائل يجعل طريقة الحفر عديمة الجدوى في الكشف عن حقيقة ما يتواجد في باطنها. لذا يلجأ العلماء إلى وسائل أخرى لتحقيق ذلك. فمعظم معلوماتنا عن باطن الأرض مُستمدّة من دراسة سلوك موجات الزلازل في مُرورها عبر الأرض. وهكذا أَسْتَطَاعَ علماء الجيولوجية على مدى السنين، تكوين صورة لأرض مُتعددة الطبقات ذات مركز معدني جامد مُحاط بمواد أخف وزناً. ويتزايد معلوماتنا عن بنية الأرض، يزداد إدراكنا للطريقة التي تعمل بها.

طبقة الأرض الخارجية سائلة من القشرة وقسم من المثار لفلون وهما يشكلان معا الغلاف الصخري

## طبقات الأرض

الدثار الغروي جامد محوي طبقة رحوه تستوى الغلاف الصخري وهو يختلف عن الدثار السلي سائغ المعدن السلي يحتويها



طبقة الأرض الوحيدة السائلة هي اللب الخارجي. ويتلف شتّى ٢٠٠٠ كم. وهي تتلف من الحديد والنيكل وزنما مواد أخرى كالكرين.

سنت شتّى الدثار ٢٩٠٠ كيلومتر القسم الأسفل من الدثار يوتف القسم الأعظم من الأرض، ويتكوّن من مواد صخرية من المعادن السككاته

يبلغ شتّى اللب الداخلي الجامد ١٢٧٠ كم؛ ويتلف من الحديد والنيكل، وهو ينفى جافاً بالرغم من حرارته الشديدة، بفعل الضغط الهائل عليه.

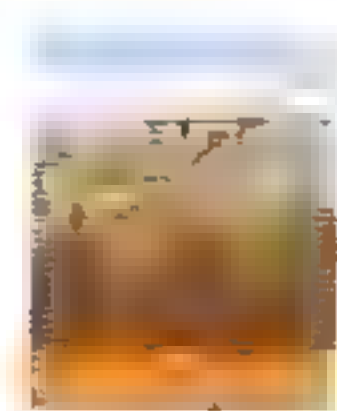
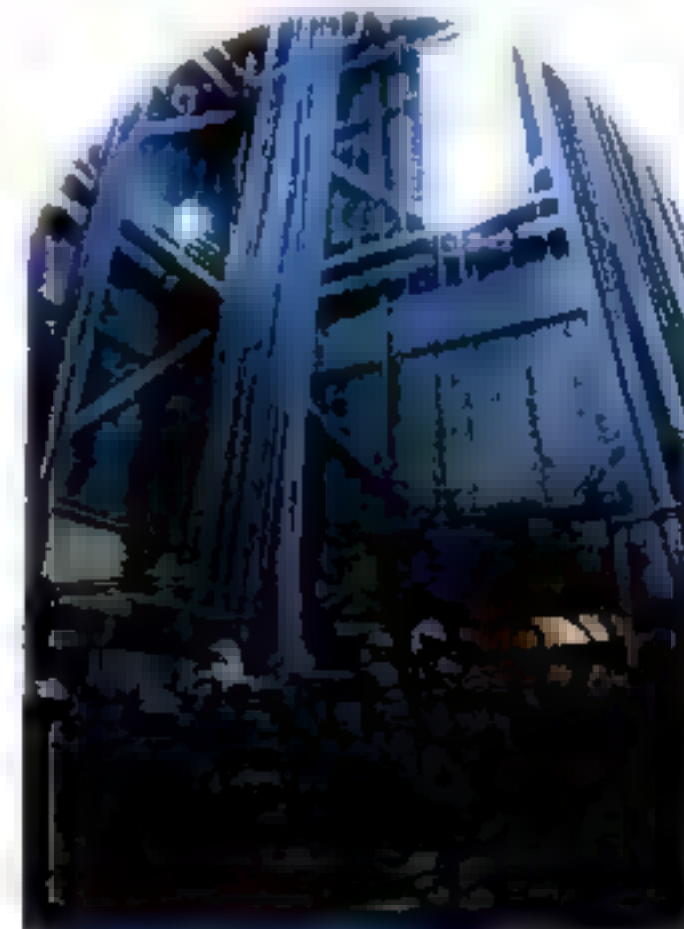
## طبقة فوق طبقة

تتلف الأرض من ثلاث طبقات رئيسية هي: القشرة والدثار والقشرة، أو الصفة الخارجية، رقيقة ضلّة تتلف في معظمها من الصخور والحرارة من باطن الأرض تستّ تصهار بعض الصخر في الدثار - في حين ينفى الصخر جامداً في طبقاته السفلى بفعل الضغط الداخلي لأعظم أم مركز الأرض، أو استّ، فيتلف من طبقة خارجية سائلة تلف صفة داخلية معدنية حاملة

إن شعاعه عمق أعظم نهر في العالم سسلف سسلف لطنقات الأرض يُعطي فكرة عن شتّى كل طبقة

## البئر الأعظم

في عام ١٩٩٠، حُفرت أعظم نهر في شتّى جزيرة كولا فيما كان يدعى الإتحاد السوفييتي، وقد بلغ عمقها ١٢ كم وكان مقراً لها أن تبلغ ١٥ كم. لكن للوصول إلى مركز الأرض، هالك بقّد ٦٣٥٥ كم!



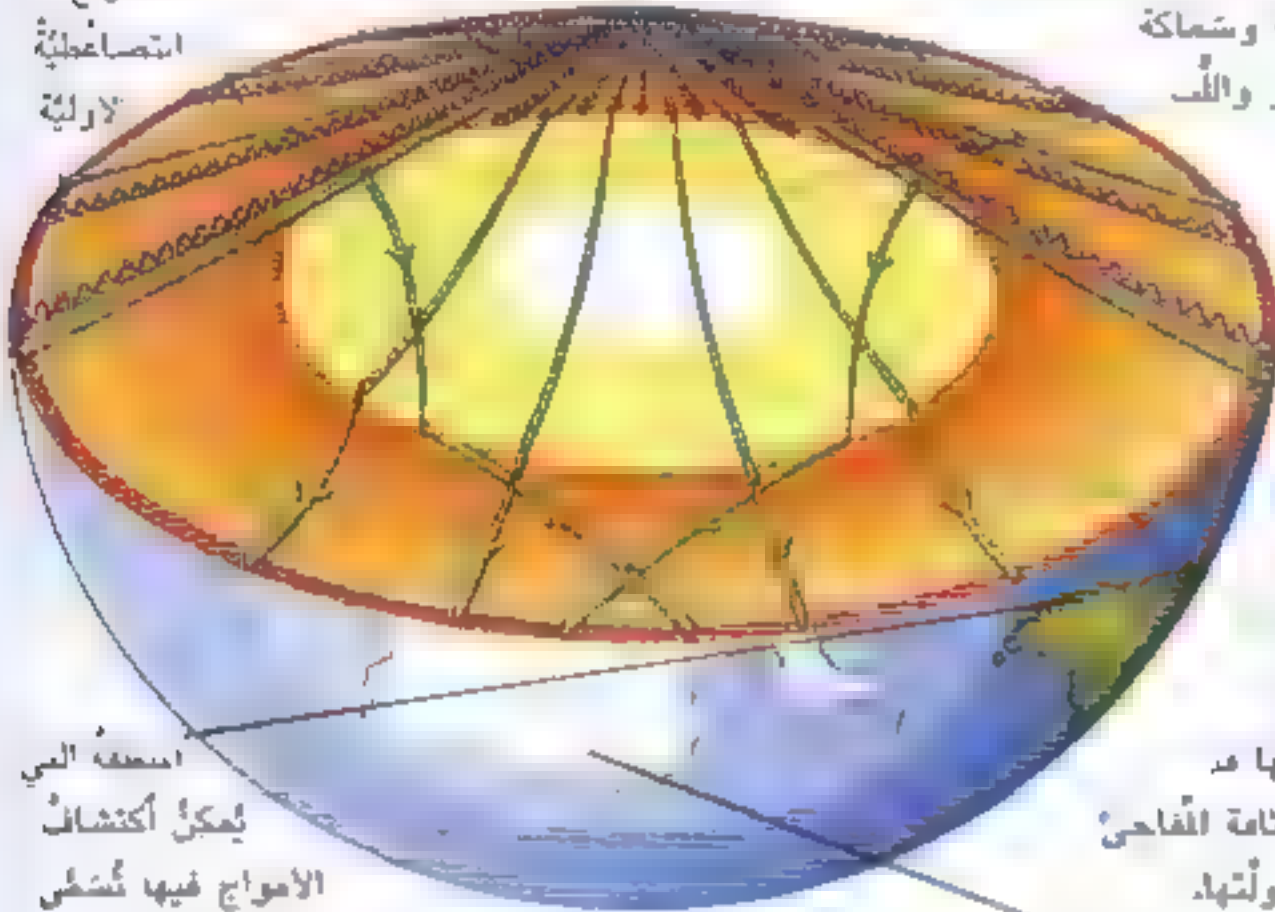
## الاهتزازات الزلزالية

يبلغ شتّى القشرة الأرضية ٦ كم تحت المحيطات و ٣٥ كم تحت اليابسة.

الأمواج الزلزالية الثانوية، الأمواج، استصاغية لارلية

مركز الهزة الأرضية

الأمواج الزلزالية الأولية (السرعة) المكتشفة في هذه المنطقة تعرضت للانكسار بأختلاف كثافة وسمكة الدثار واللب



لا الأمواج الأولية ولا الثانوية يمكن اكتشافها هنا، لأنها قد أنكسرت بشغل الكثافة الفاحش بين دثار الأرض ولتها.

## الأمواج الزلزالية

الأمواج الزلزالية هي الاهتزازات التي تسببها الهزات الأرضية، تسري عبر باطن الأرض، ويمكن تسجيلها بالأجهزة الحساسة. هنالك نوعان من هذه الأمواج: الأمواج الأولية السريعة الحركة والأمواج الثانوية البطيئة. إن فارق الوصول بين نوعي الأمواج هذين، يؤفّر لعلماء الجيولوجية معلومات قيمة حول مركز الزلزلة. كذلك فإن أنكسار هذه الأمواج عبر المواد المختلفة يكشف نوعية التغيرات في باطن الأرض

الأمواج الثانوية لا تستطيع غور اللب السائل، فتحدّر في هذه المنطقة؛ بينما تعبر الأمواج الأولية.

## الموهو

يعرف الحد الفاصل بين قشرة الأرض والدثار بالانقطاع الموهوروفشكي أو الموهو - نسبة إلى الجيولوجي اليوغوسلافي أندريا موهوروفشيك (١٨٥٧-١٩٣٦) الذي اكتشفه عام ١٩١٠. درس موهو في براغ (تشيكوسلوفاكيا) ودرس في زغرب يوغوسلافيا. وقد لاحظ أن أمواج الزلازل تتغير عند مرورها عبر الطبقتين.





## مَجَالُ الْأَرْضِ الْمَغْنَطِيسِيّ

يَعْمَلُ الْأَرْضُ كِمَغْنَطِيْسٍ ضَخْمٍ. وَالْمَغْنَطِيْسُ كَمَا نَعْلَمُ (أَنْظُرْ ص ١٥٤ ١٥٥)  
يَحْدِثُ مَوَادٌّ مُغْنِيَّةٌ (كَالْحَدِيدِ) إِذَا تَوَاجَدَتْ فِي نِطَاقِ حَوْلِهِ يُعْرَفُ بِالْمَجَالِ  
الْمَغْنَطِيْسِيِّ. وَلِكُلِّ مَغْنَطِيْسٍ قُوَّةَانِ تَعْمَلُ الْمَوَادَّ الْمَغْنَطِيْسِيَّةَ إِلَى التَّجْمُعِ حَوْلَهُمَا  
قُوَّةَا الْأَرْضِ الْمَغْنَطِيْسِيَّانِ يَقْعَدُ قُرْبَ الْقُطْبَيْنِ الْجُغْرَافِيَّيْنِ الشَّمَالِيِّ وَالْحَوِيِّ؛  
وَيُعْرَفُ مَجَالُهُمَا حَوْلَ الْأَرْضِ بِالْعِلَافِ الْمَغْنَطِيْسِيِّ - وَهُوَ غِلَافٌ مَشْحُونٌ يَمْتَدُّ  
بَعِيدًا فِي الْفَضَاءِ وَيَقِي الْحَيَاةَ عَلَى كَوْكَبِنَا مِنْ إِشْعَاعَاتِ الشَّمْسِ الْمُؤْذِيَةِ. وَيَتَجَدَّدُ  
عِلَافُ الْمَغْنَطِيْسِيِّ لِلْأَرْضِ شَكْلُ قَطْرَةٍ ذَمْعٍ يَفْعَلُ التَّبَارِ الْمُسْتَمِرَّ مِنَ الْحَسِمَاتِ  
الشَّحُونَةِ الصَّادِرَةِ مِنَ الشَّمْسِ، وَالْمَعْرُوفِ بِالرَّيْحِ الشَّمْشِيَّةِ

### تأثيرات الريح الشمسية على مجال الأرض المغنطيسي

يُجَسِّدُ بَعْضُ هَذِهِ  
الْخُشِيِّاتِ دَاخِلِيًّا  
مَحَوِ الْقُطْبِ  
مُتَقَبِّلَةً مِنْ  
الْشَّمْسِ

تُغْرِفُ حَدُودَ الْمَجَالِ بِمَنْطِقَةِ الزُّكُورِ الْمُطْلُوعِي.

الحرارة والضغط في  
باطن الأرض يُغيّران اللُّب  
الخارجي السائل في  
حركةٍ دائمة.

مَصْدَرُ الْمُعْطِيَةِ

يَعْتَقِدُ الْعُلَمَاءُ أَنَّ مَصْدَرَ مَعْطِيشِيَّةِ الْأَرْضِ هُوَ الطَّرِيقَةُ الَّتِي يَشْرَكَ  
بِهَا قِسْمَا اللَّبِّ الدَّاخِلِيَّ وَالْحَارِجِيَّ. غَالِبُ الدَّاخِلِيِّ  
الْحَارِجُ يَدُورُ بِسُرْعَةٍ مُخْتَلِفَةٍ عَنِ نَقِيَّةِ الْأَرْضِ،  
فَيَتَوَلَّدُ الْمِحَالُ الْمَعْطِيشِيَّةُ بِالقُوَى نَفْسِهَا الَّتِي تَعْمَلُ  
عَمَى إِدْرَاةِ مُحَرِّكِ كَهْرِبَائِيٍّ وَتُعْتَقَدُ أَنَّ  
تَيَّارَاتِ التَّحَرُّلِ الْحَرَارِيِّ فِي اللَّبِّ  
السَّائِلِ تُلْأَثِرُ أَيْضًا فِي  
مَعْطِيشِيَّةِ.

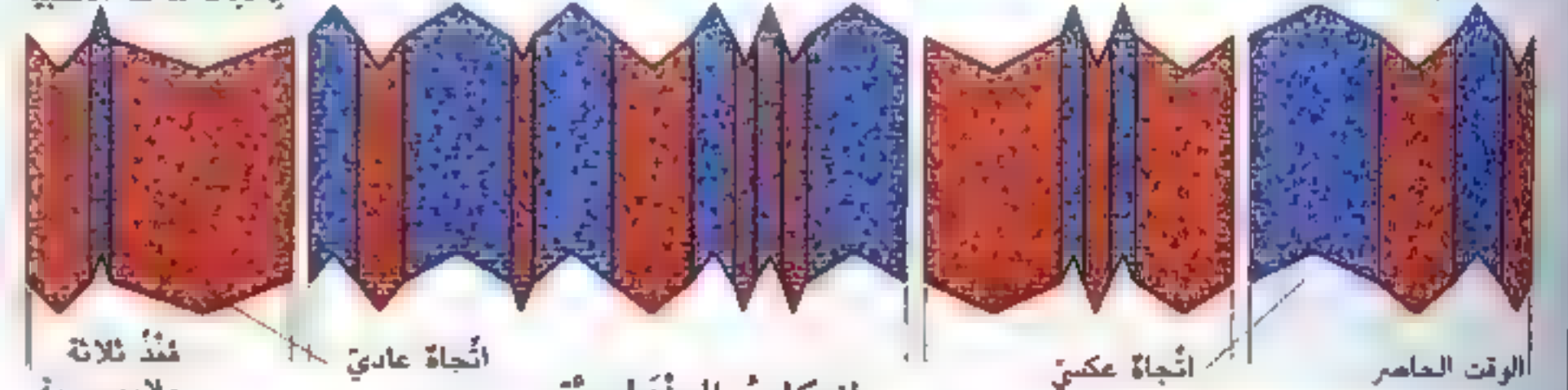
الدَّيْلُ الْمَغْطِيسِيُّ هُوَ  
مِنْطَقَةُ أَجْدَابِ الْمَجَارِ  
الْمَغْطِيسِيِّ بَعِيدًا  
بِالزَّيْحِ الشَّمْسِيِّ

القصة ضمن المجال  
المفطيسي ينمى الغلاف  
المفطيسي.

المسقة حيث ينضب  
احال لمطيسي  
مالزيج الشمسية  
تسمى الثوبة  
(الكثسة) القوسية.

الجسيمات من الشخص قرب  
القطب الجغرافيين، فيتولد حولهما وحج  
يعرف بالاصواء القطبية الشمالية او الجنوبية

الإنعكاسات القطبية



## لَعْنَةُ بَقْدِيمِ لِرُؤَسَائِسِ الْفَانِي

## انعكاس المغنطية

يَتَغَيَّرُ الْمَجَالُ الْمَغْطِيّ الْأَرْضِيَّ عَلَى الدَّوَامِ وَأَحْيَانًا كَانَتِ التَّغْيِيرَاتُ جَذَرِيَّةً مُثِيرَةً بِحَيْثُ أَمَكَّسَ الْمَجَالُ الْمَغْطِيّ عَلَى تَغْيِيهِ بِالْكَامِلِ، فَنَبَادِلُ الْقُطْبَيْنِ الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ الْمَغْطِيَّيْنِ مَوْقِعَيْهِمَا؛ وَتُعْرَفُ هَذَا بِالْإِنْعِكَاسِ الْقُطْبِيِّ. وَبِحَسْبِ لَا يَعْرِفُ تَعْلِيلًا وَاصِحًا لِدَلِكْ، لَكِنَّا نَعْلَمُ أَنَّ هَذَا الْإِنْعِكَاسَ حَدَثَ حَوْلَى عَشْرِ مَرَّاتٍ فِي الثَّلَاثَةِ مِلَّيِّنِ سَنَةِ الْمَاضِيَةِ

## الخُذْرُوفُ الْمُتَوَمِّمُ

يتميل المخدوف المدوّم جايباً  
 حول محورهِ وبطرفه مُمايلة  
 يمتدّ خوفُ القطب الشمالي والجنوبي  
 الأرضي بأستمرار. ويتميل القطب  
 المغنطيسي للأرض عن الجغرافي بحوالي  
 ١١ درجة، وتعرف هذه بزاوية الميل.



يَذُومُ  
الْحَنُوفُ  
حَوْلَ مَخَوِّهِ  
مُعْتَرَا قَوِّعِهِ بِاسْتِمْرَارٍ.

الطُّوبُ الْمُعْتَطِي

عندما يتخذ الصَّحَر، يُسَجَّلُ وَتُحَفَظُ أَمْحَاءُ الْمَحَالِ الْمُعْطِشِي  
الْأَرْضِي فِي ذَلِكَ الزَّمَنِ، بِوَسْطَةِ لِمَاعِدِ الْمُعْطِشِيَّةِ الْمُتَوَاجِدَةِ  
فِيهِ وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ لِمَحَالِ الْمُعْطِشِي يُمَكِّنُ تَقْضِيَةَ فِي الطُّوبِ  
مَمْلُوءٍ مِنْ ٣٠٠٠ سَنَةِ كَطُوبِ هَذَا الْمَعْدِ الْقَدِيمِ لِزَمَنِ السَّنَةِ الثَّانِي



وَلَيْمٌ جَلْبَرْت

كَانَ طَيْبُ الْمَلَكَةِ الْإِزَابِيثِ  
الْأُولَى، وَتَمَّ جِيلُهَا  
(١٥٤٤-١٦٠٣)، أَوَّلُ مَنْ  
أَقَامَ الدَّلِيلَ عَلَى أَنَّ الْأَرْضَ  
تَعْمَلُ كَمِغْنَطِيسٍ ضَخْمٍ  
وَأَسْتَحْدِثُ جِلْبَرْتُ فِي ذَلِكَ إِثْرَ  
الْبُوضَاتِ الْمِغْنَطِيسِيَّةِ لِأَفْقِيَّةٍ  
الَّتِي تَتَحَرَّكُ حَاوِيَةً وَعُمُودِيًّا لِ  
نَقْطَةٍ مَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ،  
الْمِغْنَطِيسِيَّةِ أَوْ الْجُغْرَافِيَّةِ.

بحور الدوران يتمثل بحط  
عمودي يهتز عن المركز.

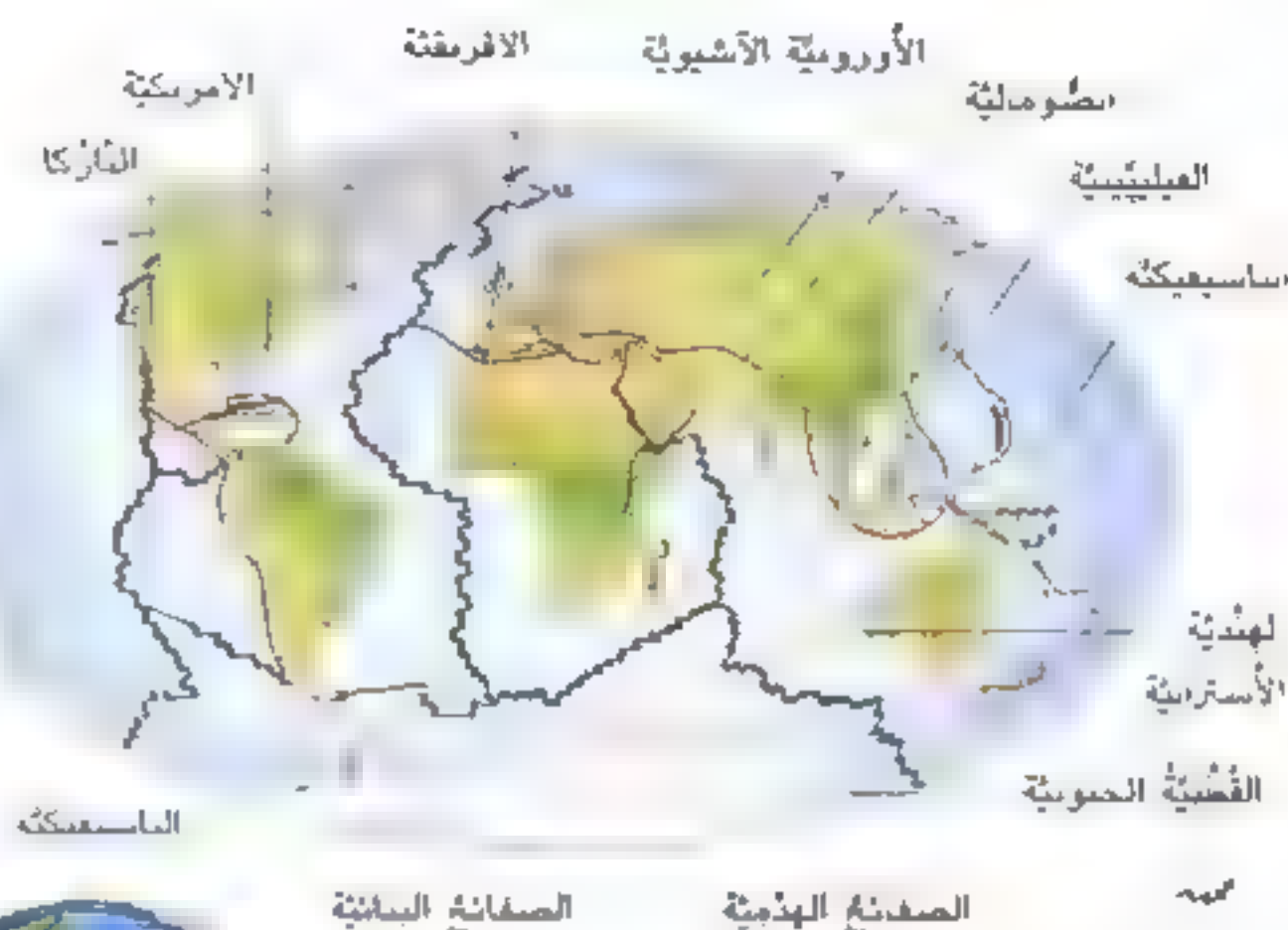
**لحزب من المعلومات انظر**

المغناطيسية ص ١٥٤  
تكوّن الأرض ص ٢١٠  
القارّات المتحرّكة ص ٢١٤  
الصخور والمعادن ص ٢٢١  
الصخور بجلالات جيولوجية ص ٢٢٦



# القارّات المتحرّكة

خارطة الكتل الصفائحية للعالم



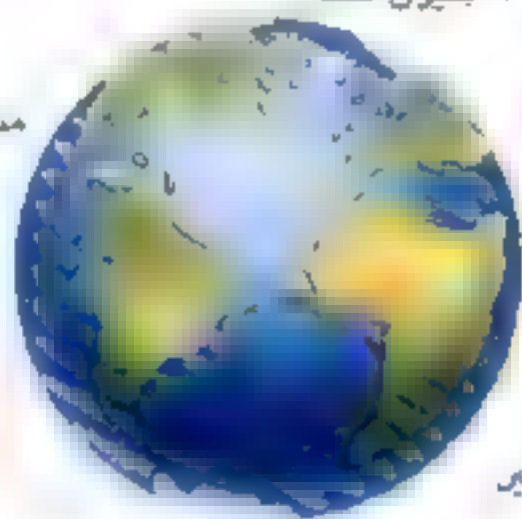
## الكتل الصفائحية الأرضية

يُقسّم سطح الأرض إلى عددٍ من الكتل الصفائحية، الشبيهة بالشقّ بالترابّة بكثرة القدم. كلُّ صفيحة تتألف من أحد أطرافها متحركة قُدماً ثمّ تُهَدَم في طرف آخر ويُدعى طرف الصفيحة المتنامي الحافة الصفيحية النائية. وتقع هذه الحواف على طول الحدود المحيطية. ويُدعى طرف الصفيحة حيث يجري الهدم الحافة الصفيحية الهدمية. وتقع هذه الحواف على طول الأحاديد المحيطية. والقارّات مُرسّخة في هذه الكتل الصفائحية وتتحرّك بِتحرّكاتٍ إذا تصادمت قارّتان ولم تُنفك إحداهما (سُفلاً) فإنهما تتفصّسان لقط لتُشكّلا سلاسل جبلية

شذو ٢٠٠ مليون سنة

منذ ٠ مليون سنة

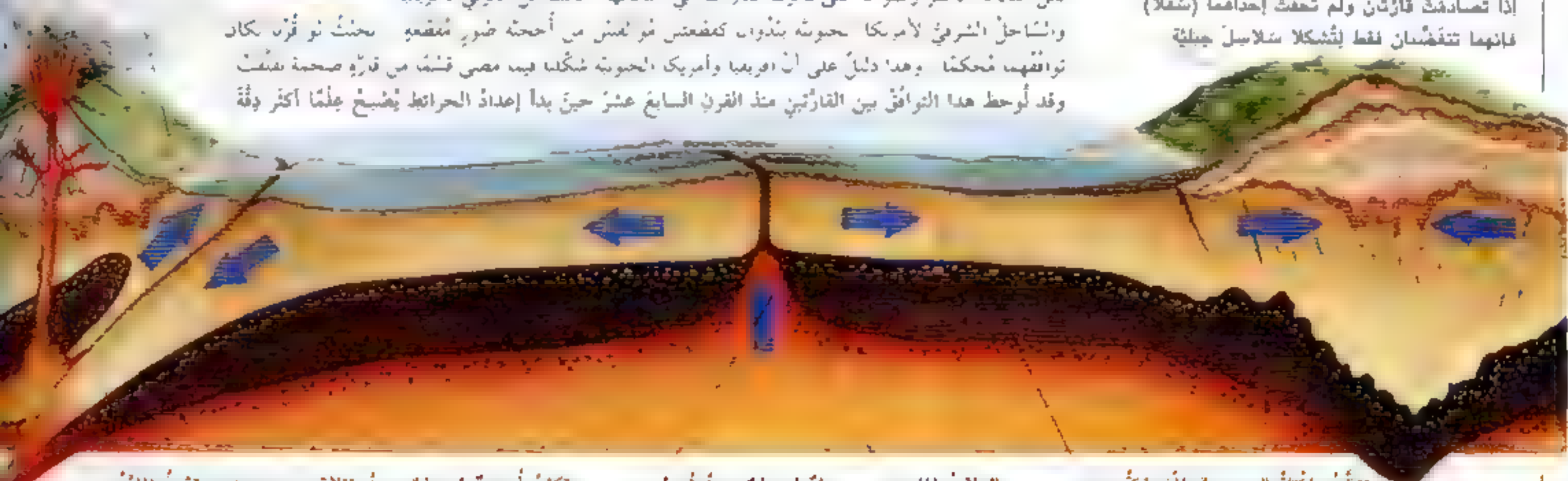
الزمن الحاضر



يطلقُ الجيولوجيون على كتلة الباسف الصفيحة التي تواحدت منذ ملايين السنين الاسم بالبحر، أي أم القارّات

## القارّات المتشابهة

بعل الدلالة الأكثر وضوحاً على تحرك القارّات هي أشكالها. فاشكال القارّات لا يغيّر والاشكال الشريفي لأمريكا الجنوبية يتطابق مع شكل من أحجارها. حيث نلاحظ أن شكلها يتطابق مع شكلها. وهذا دليل على أن أمريكا الجنوبية شكلها قبل مضي قسماً من قدره صفيحة واحدة وقد لوحظ هذا التوافق بين القارّتين منذ القرن السابع عشر حين بدأ إعداد الحرائط يُضيق جُلماً أكثر دقة



تتألف الكتلة الصفيحية المتحرّكة من لقشره المحيطية والصفحة بعلها الجامدة من الدثار

الغلاف المائع (بطان الآسيات)

حينئذٍ محيطي حيث تدفع مادة صفيحة جديدة إلى أعلى

تتكوّن أهدود محيطي حيث تتلاقى صفيحتان متجهتة المادة الصفيحة القديمة إلى باجل الدثار وتتقرض وتشكّل اسعيا المصهرة براكين على الصفيحة فوقها

## فرديريك فاين ودراموند ماثيوز

ليس من العسير إيجاد شواهد على تحرك القارّات، لكن العسير هو إيجاد علامات دلالية على امتداد قيعان البحار. وكان الجيوفيزيائيان لريبيسان، مرز فاين ودراموند ماثيوز، أول من أدرك أهمية أحد هذه الأدلة، عام ١٩٦٣. فلياً أن تمكّن الحزب المحيطية في ضحور قيعان البحار هو برهان مُقنع على امتداد هذه القيعان



د ماثيوز



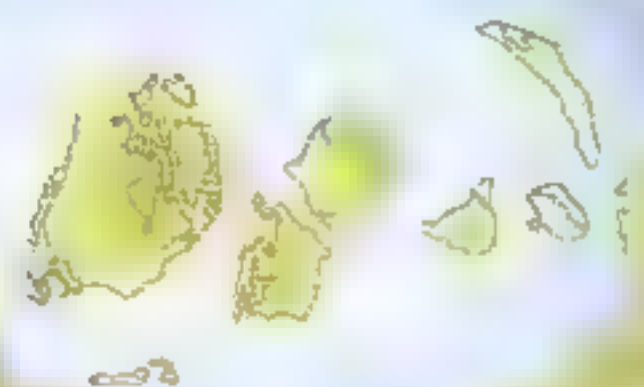
د فاين

## الغلاف الصخري

تتألف الصفائح الأرضية من القشرة ومن الطبقة الغلاف الجديدة للدثار. وتُعرف هذه الطبقة بالغلاف الصخري تحت هذا الغلاف توجد طبقة من الدثار، تُدعى الغلاف المائع، وهي طبقة رخوة تُركب أسباب الصفائح الجديدة فوقها في الحدود المحيطية، تتحقّق الضحور المُنصّنة بعل التراكيب، وهذا يدفع صفيحتين بعيداً عن بعضهما. أمّا الأحاديد المحيطية فتتكوّن حيث تتلاقى صفيحتان وتُنفك (أو تُطرح) إحداهما تحت الأخرى وتُدمر



## تحرك القارات



## شواهد أم القارات

هناك العديد من الشواهد على أن اليابس من الأرض كان فيما مضى قارة واحدة والعديد من الراهب نشأ منذ عهد وجد الحيونوتود، مثلا، أحرارة من لثنية الحنة اعدسة نفسها في قارات مختلفة كما وجدت أيضا أحافير لحيوانات منها مشيرة في مختلف ارجاء الأرض، مما يبين أن هذه الحيوانات تواجدت مسبقا في قارو وحدو صحة



وجدت أحافير زواحف المياه العذبة السباحة في ميريوسورس برنلنسر في جنوب إفريقيا والبرازيل

## أم القارات

منذ حوالي ٣٠٠ مليون سنة، تضامنت جميع قارات ذلك العصر، فشكلت قارة شامخة واحدة، يُسميها الجيولوجيون أم القارات. ودامت هذه القارة العملاقة قرابة ١٠٠ مليون سنة، ثم بدأت تنفلق إلى شطرين - شمالي يدعى لوراسيا، وجنوبي يدعى جيندوانا

## ما قبل أم القارات

قبل أم القارات، كانت كتل اليابس حرة في تفتتة متشرة عبر الكرة الأرضية. لكنها كانت مختلفة جدا عن القارات اليوم، ثم أحدثت تلك القارات تفتتت يغصها نحو بعض بطو شديد

## مستقبل القارات

منذ حوالي ٢٠٠ مليون سنة، بدأت أم القارات بالتفلق وانفصلت قارات اليوم متباعدة بعضها عن بعض ولا يزال هذا التاخذ مستمرا مُتدلي بمعدل بضعه سنينترات في السنة (تقريبًا بمعدل نمو أظفار أصابعك) فمواقع القارات اليوم هي مواقع مؤقتة، وقد تكون خارطة العالم في المستقبل عربة مذبذبة خرابية خارطة العالم قديما.



## شاهد أخفوري

أحافير حيوان الميروسورس التي عُثِر عليها في ايرلندا مصادفة تماما لأحافيره التي وجدت في ولاية إلينوي إن بثل هذا الحيوان يستحيل عليه صنع ملحوظ لأخطي، مما يبين أنه عاش في عصر كوت أمريكا وإفريقية مع متفصص عندما باعدت الأرض عصر المحيط الأطلنطي بين الأحافير كما وجدت أيضا أحافير الثاب نفسه، من لعصر نفسه، في أمريكا الجنوبية وإفريقية والهند وأستراليا ومنطقة أقصى الجنوب

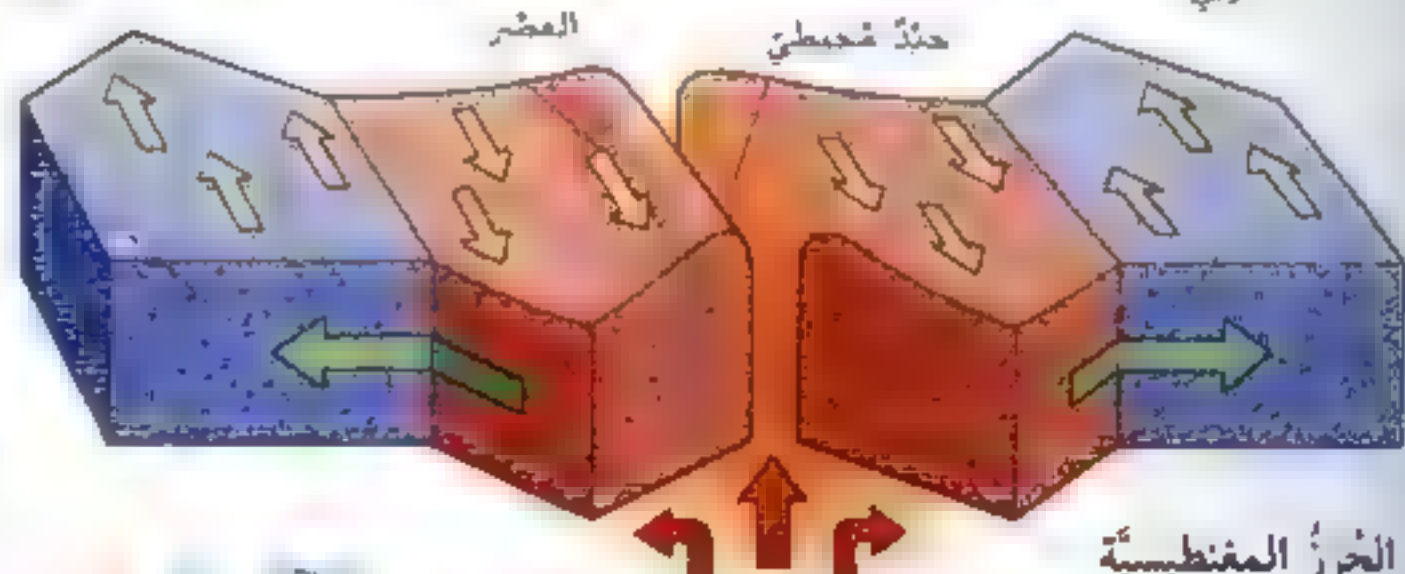
ستفنا حركة القارات على هي اليوم يرسم الحارطة المتوقعة للأرض في المستقبل المبعد في هذا العالم الجديد تقدمت أستراليا كثيرا نحو الشمال وانفصلت الأمريكيتان وحدهما عن الأخرى

**كولمبوس**  
عام ١٤٩٢، أنحر المكنشف الإيطالي (المؤيد)، كريستوفر كولمبوس، عبر لأطلنطي واستعرفت رحلته ٧٠ يوما ولو أنه قام برحلته في وقتنا الحاضر لاستعرفت الرحلة داتها أكثر بقليل! إذ إن المسافة بين أمريكا الشمالية وأوروبا اليوم أعقد قليلا عما كانت عليه في حبه فالمحيط لأطلنطي أوسع الآن بعشرة أمار عما كان عليه منذ ٥٠٠ سنة! سفينة كولمبوس



هذه الصورة تبيّن خروا معطيسية في كل طبقة من الحديد المحيطي عندما ينحسر الشحر من الحديد فإنه يتمسك باتجاه الشمال المغنطيسي لذلك العصر

كل بضعة ملايين سنة، يتعكك المحار المغنطيسي الأرضي، فتتصاعق العتد الشمالي فقطا جنوبيا وتكتسب الصخور، المتكونة في ذلك العصر، تراصفا مغنطيسيا معكوسا

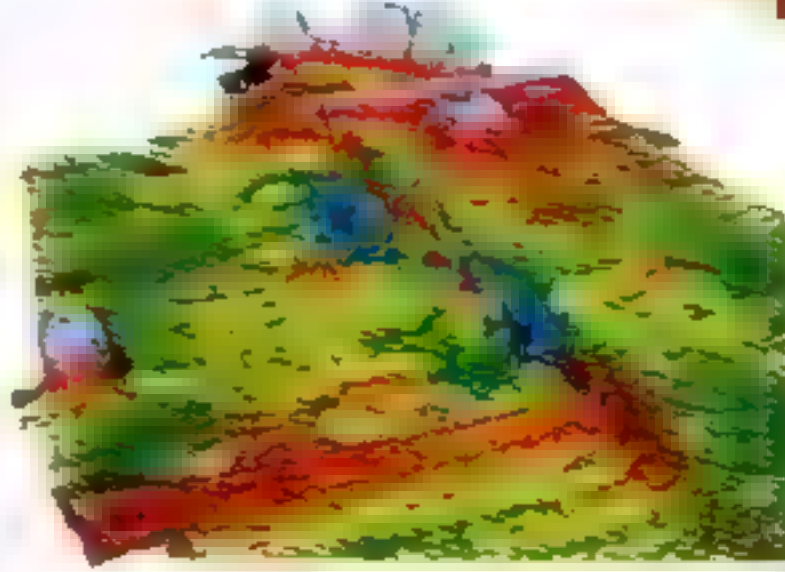


## الخزر المغنطيسية

سقطت صخور قاع البحر خروا في شريحة الصخرية المتقطعة باتجاه القطب الشمالي للمغناطيسي الحالي نوضع مؤرية المشريحة المتقطعة سابقا باتجاه معاكس وقد وجد الجيولوجيون هذا النمط نفسه من الخزر على جانبي الخيد المحيطي، وذلك دليل يبين على امتد ويقعان المحار

## قاع المحيط

الصخور الناجمة للخيد المحيطي صخور بظيمة بامقا، لأنه لم يتسر لها وقت كاف لجميع الرسابات. أما الصخور البعيدة عن الخيد المحيطي، فهي متكدسة بغطقات سميكة من الرسابات المترابطة - مما يبين أن قاع المحيط هناك أقدم. وهذا شاهد إضافي على امتداد قيعان البحار



## لمزيد من المعلومات انظر

- القوى من ١١٤
- بنة الأرض من ٢١٢
- شوة الجبال من ٢١٨
- البحار والمحيطات من ٢٣٤
- الأرض من ٢٨٧



# البراكين

إذا تَرَجَّ قَبِيْنَةُ شَرَابٍ قَوَّارٍ بِشِدَّةٍ وَتَفَتَّحَتْهَا، فَالضَّغْطُ الَّذِي يَدْفُقُ السَّائِلَ رَشَاشًا عَبْرَ فُوهَةِ الْقَبِيْنَةِ شَبِيْهًا، مِنْ حَيْثُ الْمَدَادُ، بِالضَّغْطِ الَّذِي يُسَبِّبُ ثَوْرَانَ الْبَرَاكِينِ. يَنْتَعِثُ التَّفَجُّرُ الْبَرَاكِنِيُّ الْعَنِيفُ سُحْبًا كَثِيفَةً مِنَ الرَّمَادِ وَمَقْدُوفَاتٍ مِنَ الْحُمَمِ اللَّالِيَةِ اللَّاهِبَةِ تَنْسَابُ فِتْوَهَةً عَلَى السُّفُوحِ الْمُجَاوِرَةِ. يَثُورُ الرِّكَانُ عِنْدَمَا تَبْدَأُ الْكُتْلُ الصَّفَانِحِيَّةُ الصَّخْرِيَّةُ، الَّتِي تَوَلَّفَتْ سَطْحَ الْأَرْضِ، بِالتَّحْرُكِ. فَعِنْدَ أَصْطِدَامِ صَمِيْحَتَيْنِ قَدِيمَتَيْنِ وَانْسِحَاقِ إِحْدَاهُمَا تَحْتَ الْأُخْرَى تُصْهَرُ الصَّفِيْحَتَانِ وَيَنْتَعِثُ مِنْ ذَلِكَ ثَرَاكُنٌ عَيْفُ الطَّرَارِ. وَمِنْ الثَّرَاكِينِ أَنْوَاعٌ أُخْرَى تَتَكَوَّنُ عِنْدَ تَشَكُّلِ صَفَانِحٍ جَدِيدَةٍ؛ فَتَرْتَفِعُ الصَّهَارَةُ عَنِ الدَّنَارِ وَتَسْبِقُ كَثْرَاكِينَ هَادِئَةً. تَقَعُ بَعْضُ الثَّرَاكِينِ بَعِيدًا عَنْ حَوَافِّ الْكُتْلِ الصَّفَانِحِيَّةِ فَوْقَ بُقْعَةٍ نَاشِطَةٍ جَدًّا فِي الدَّنَارِ الْأَرْضِيِّ.



بومبي

في العام ٧٩ م. ثار ثركان جبل فيروف وطمر مدينة بومبي الرومانية عند سفحه وما فيها من رماد والحمام، فلم تكشف عنها إلا حوالي العام ١٧٤٨. واللافت أن أجساد الناس وحيواناتهم تركت محاورف في برزخ البركاني أمكن تعقبها بالجنس والحصول على نماذج ينقص الصحاحا.

شُكِّلَتْ مِنَ الرَّمَادِ وَالْعَارِ  
مُسَبَّحَتُهُ الشَّكْلُ تَقْدُفُ فِي لَحْوٍ  
وَنُحْطِي الْمَاطِقَ الْخَبِيْطَةَ

## بُرْكَانُ أَنْدِيرِيْتِي

الْبُرْكَانُ الْأَنْدِيرِيْتِي مُحَرَّوْظٌ حَادُّ الْجَوَانِبِ يَتَكَوَّنُ عِنْدَمَا تَتَجَجَّرُ مَوَادُّ الصَّفَانِحِ الْمُتَصْهَرَةُ مِنَ الْأَرْضِ. وَيَتَعَاطَلُمُ الثَّرَاكُنُ تَدْرِيجِيًّا بِرَاكُمَاتِ اللَّامَةِ الْبَطْنَةِ الْإِنْسَابِ وَصَبَقَاتِ الرَّمَادِ وَتُفَرِّقُ اللَّامَةُ الْمَسْمُوكَةَ الَّتِي يَكُونُهَا هَذَا الْوُغُ مِنْ ثَرَكَانٍ تَأْسَمُ أَنْدِيرِيْتِي

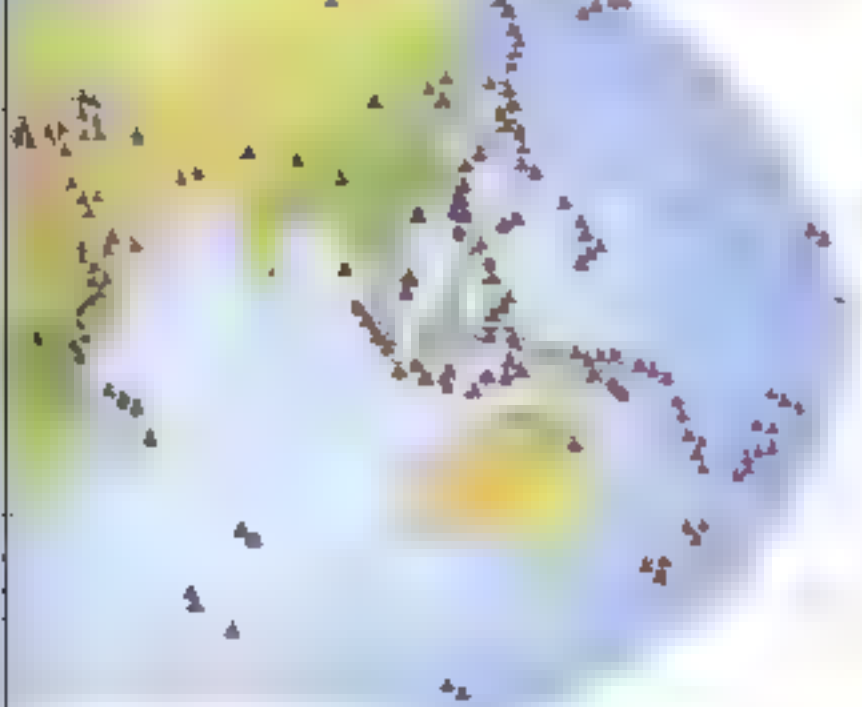


شُكِّلَتْ مَسَاحَتُهُ  
مِنْ الْعَارِ  
وَالْحَمِيمَاتِ  
الْمُتَوَفَّحَةِ تَنْسَابُ  
عَنِ السُّفُوحِ حَمَلٍ  
مِنْ بُولِيْنْدَا فِي  
السَّنَةِ ١٩٦٨

## السُّحُبُ الْمُتَاجِفَةُ

الْعَدُوُّ الضَّغْطُ فَحَاةٌ مِنَ الْإِلَهِ الْأَنْدِيرِيْتِي الْمُسَدَّفَةِ عَلَى السُّطْحِ، يَخْدُثُ سَحَابَةٌ مُتَاجِفَةٌ تَسْتَلِي أَحَادًا جَهَارَ الْمَخَاحِ سَالِفٌ مِنَ الْعَارَاتِ وَشَطَايَا الصَّخْرِ وَالرَّمَادِ، فِي دَرَجَةِ الْفَحَارَةِ الْبَيَاضِ، تَنْسَابُ فَوْقَ التَّلَالِ وَالْأَوْدِيَةِ بِسُرْعَةٍ قَدْ تَصَلَّى إِلَى ١٠٠ كَم/سَاعَةٍ سَافِعَةً كُلُّ شَيْءٍ وَحَادِقَةً كُلَّ شَيْءٍ فِي طَرِيقِهَا.

## خَارِطَةُ الثَّرَاكِينِ فِي الْعَالَمِ



هَوَايَ

مَعْرُوضُ سَفْحَةِ الْحَمَلِ مُطْلَقًا  
شَخْبَتَا مَسَاحَتُهُ تُعْطِي سَمَاءَ  
الْمَقْعَةِ بِسُرْعَةٍ

حَمَلٌ فَوْحِي  
بِالْبَلَدِ

نِيُورِيلِنْدَا

يَتَحَدُّ الْفُتُوقُ الثَّرَاكِنِي  
شَكْلٌ لَعَفَفٌ، وَمَكُونٌ  
مَمْلُوءٌ جَرَّتْ بِالرَّمَادِ  
مِنْ ثَوْرَانِيٍّ سَابِقَةٍ

عَالَتْ مَا مَتَحَمُّدُ اللَّامَةُ  
الْأَنْدِيرِيْتِيَّةُ فِي الْفُتُوقِ  
الثَّرَاكِنِيَّةِ، فَتَسْدُدُ فَتْحَتَهُ  
وَمَعَ تَكَاثُرِ الضَّغْطِ يَتَعَرَّضُ  
الثَّرَاكُنُ لِلْإِعْجَارِ الْمُعَاجِزِ

## ثَوْرَانُ أَنْدِيرِيْتِي

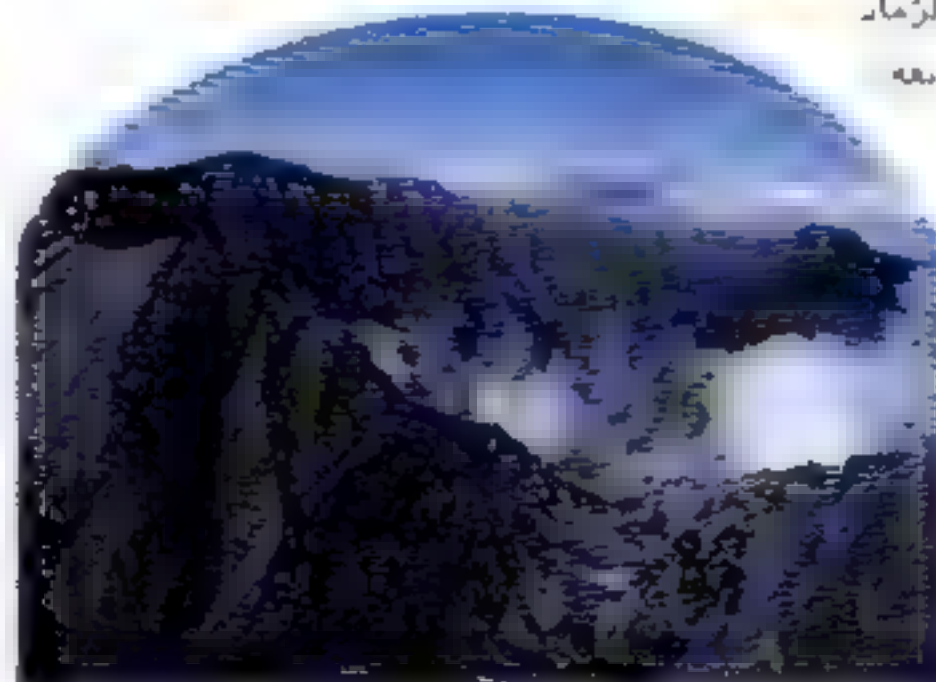
الثَّرَاكُنُ الْأَنْدِيرِيْتِي نَاشِطٌ ثَرَاكُنٌ عَيْفٌ حَادُّ، يُمَكِّنُ نَوَارَهُ فِي أَيِّ لَحْظَةٍ، وَتَسْتَلِي الْمَحَارِقُ أَنْصَرَّ نَاحِيَةً وَقَدْ يُرْسَلُ هَذَا الْوُغُ مِنَ الثَّرَاكِ سَحْبٌ الرَّمَادِ وَالْعَارِ الْحَارَتَيْنِ بِسِ مَسَاهِدٍ بَعِيدَةٍ حَادُّ الصُّورَةِ الْمُتَقَدِّلَةِ لَتُطْفَأَ لُثْرَاكِ أَنْدِيرِيْتِي بَعْدَ ثَوْرَانِهِ

فِي عَامِ ١٩٨٠، ثَارَ  
ثَرَاكُنُ أَنْدِيرِيْتِي فِي  
حَمَلِ الْقُدَيْسَةِ  
هَيْلَانَةِ مَنَوَلِيَّاتِ  
الْمَحَدَّةِ، هَدَشَرِ  
مَسَاحَاتٍ شَاسِعَةٍ  
مِنْ الْعَارَاتِ

## بُرْكَانُ مَارِنِيْتِي

## مَنَاطِقُ الثَّرَاكِينِ الْبَارَزِيَّةِ

تَوْحَدُ ثَرَكَانُ الْبَارَزِيَّةِ حَيْثُ تَرْتَفِعُ مَادَّةُ الدَّنَارِ لِتَكُونُ صَفَانِحَ جَدِيدَةٍ؛ وَهِيَ نَافِرًا مَا تَصْهَرُ فَوْقَ سَطْحِ الْبَحْرِ أَمَّا ثَرَكَانُ الْبَارَزِيَّةِ، فَتَكُونُ حَادَّةً فِي هَوَايَ، فَتَدُ تَتَكَوَّنُ بَعِيدًا جَدًّا عَنْ حَادِقَةِ الصَّمِيْحَةِ





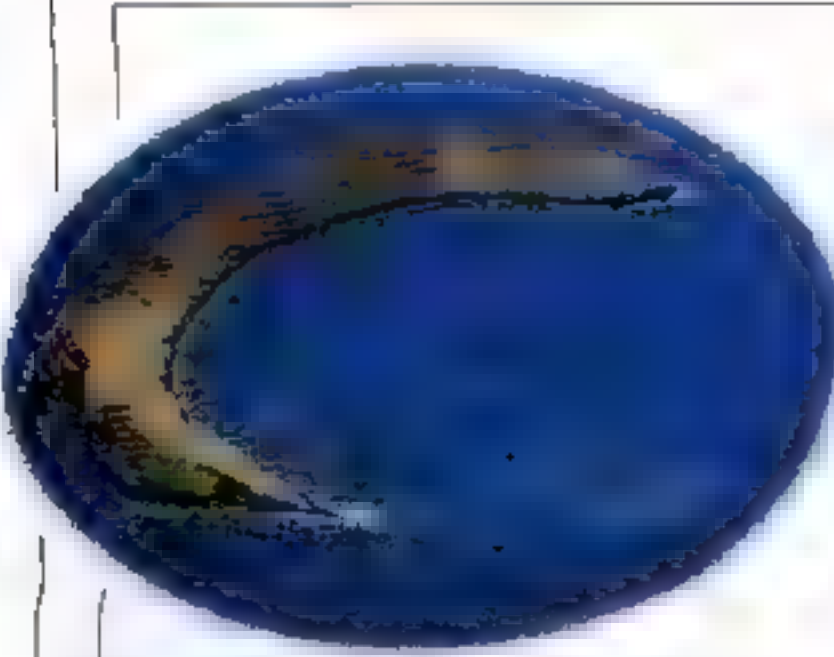
## بركة طينية

قد يعرض الماء الدارث في الأرض في منطقة تركية لتسحب فعل الصخور التي تحتها حمامه تنشط الصخور لتسحب لغارات البركة فتحمضها وهكذا فإن الحمض ساحل الذي تمتصه صخور تسحب حدة في السطح بركة من نخل عالي ونعم البركة تطفئ في فترة يوشن بوطني بالولايات المتحدة مفتت تحت بضعة السباح

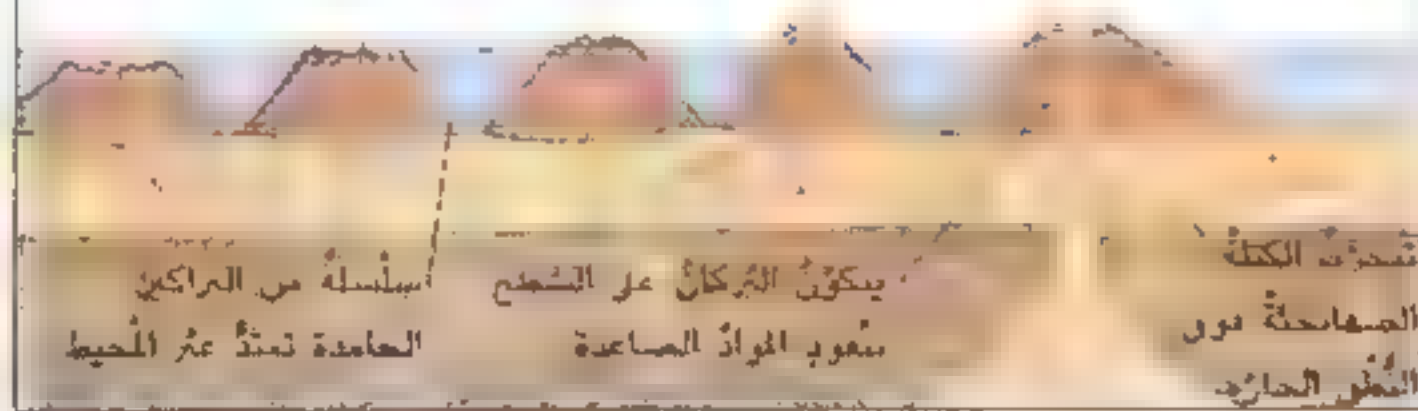


## النطق الحارة

في أعماق الدثار الأرضي هناك ماض شديدة الحرارة والاضطراب، تعرف بالنطق الحارة، يكون لأوضاع فيها مهابة لتكوين البراكين البركانية على المشرة فورها وتعمل تحرك الكتل الصوانية المسمرة على تكوين حمة سلسلي من البراكين



جديدة في بطني حمة شمعك بهادي



تحدث الكتلة  
الصوانية دون  
النطق الحارة  
يتكون البركان على السطح  
مغوب المواد الصاعدة  
العمدة تمتد عبر المحيط  
سلسلة من البراكين

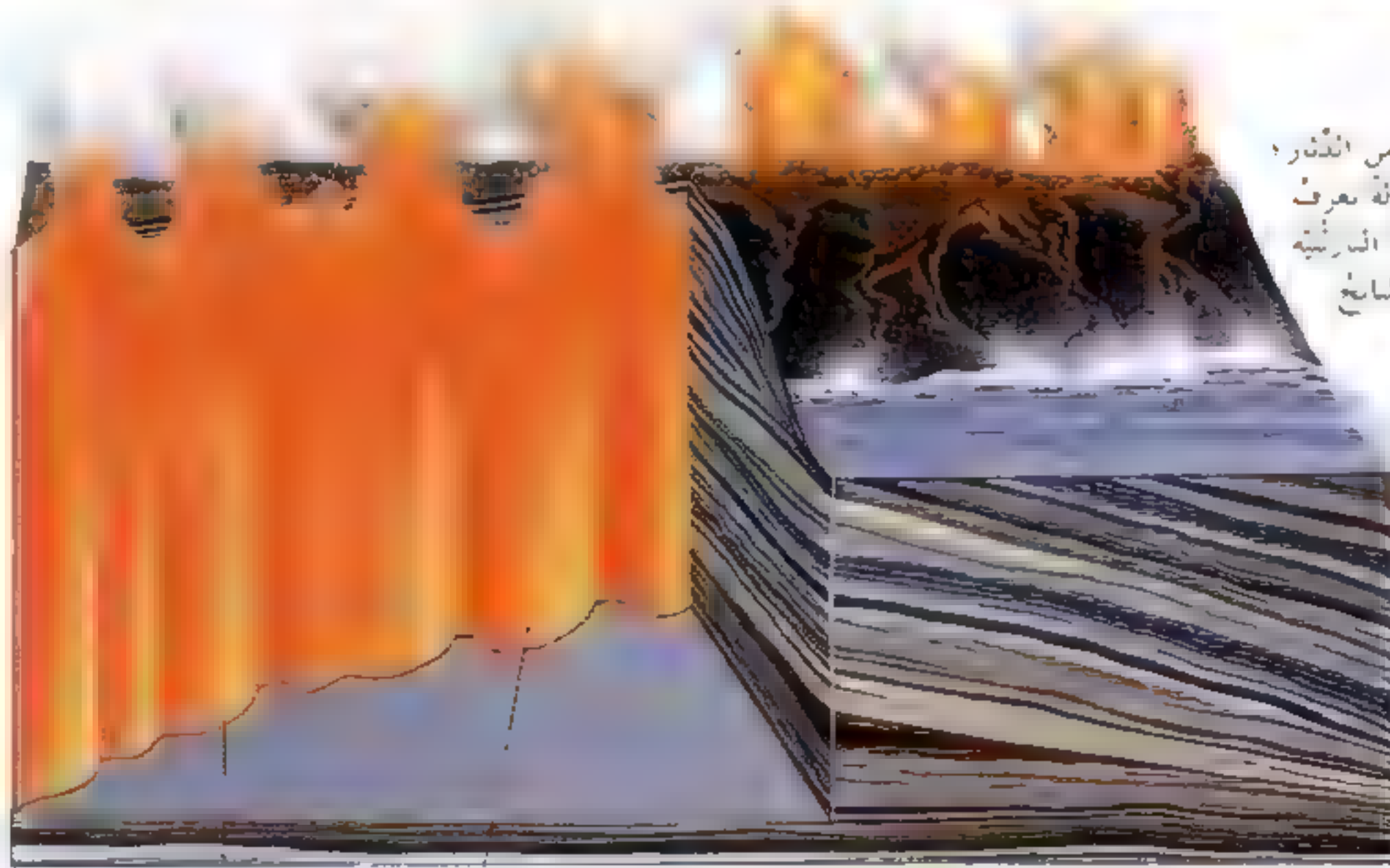


## المحاث (بنايع المياه الحارة)

تدفع مياه التي تسحبها صخور تركية في السطح في حدة ماء ونحر وعاء ما تكون شبكة من الخجرات تحت الأرض، قد يخرج مياه في أحدها، يدفع الماء بالتدفع يحصل إلى سطح وينهم الصعظ لمحتضر بوسد مريد من شحار، فمضف بالماء طبعًا متدفقة من الأرض كدفورة ماء عاب تسبها حمة

## البركان البارزتي

في يدع كسحق الحارة، يرتفع المواد المنصهرة من الدثار، هذا يتم بها أحراق السطح، تكون لانة سوداء سبابة تعرف بالبارتت وحلاف اللابة الأندريثية نساب اللابة البركانية عادة مسافات طويلة قبل أن تتحد لدا وتكون السطح عريض وخميص، ويعرف بالبركان المجرى تنفع فمعة البراكين البارزتي في أعماق البحار، معدم تدفع ثلاثة في الماء تزد سرعة كسالات فدعة تسفي ثلاثة الوسادية أما على اليابسة، فرد لارت المنصهر في الهواء كدفورة هب وقد سحمت الفطرات أثناء طيرها فسخول لي فاس تركية



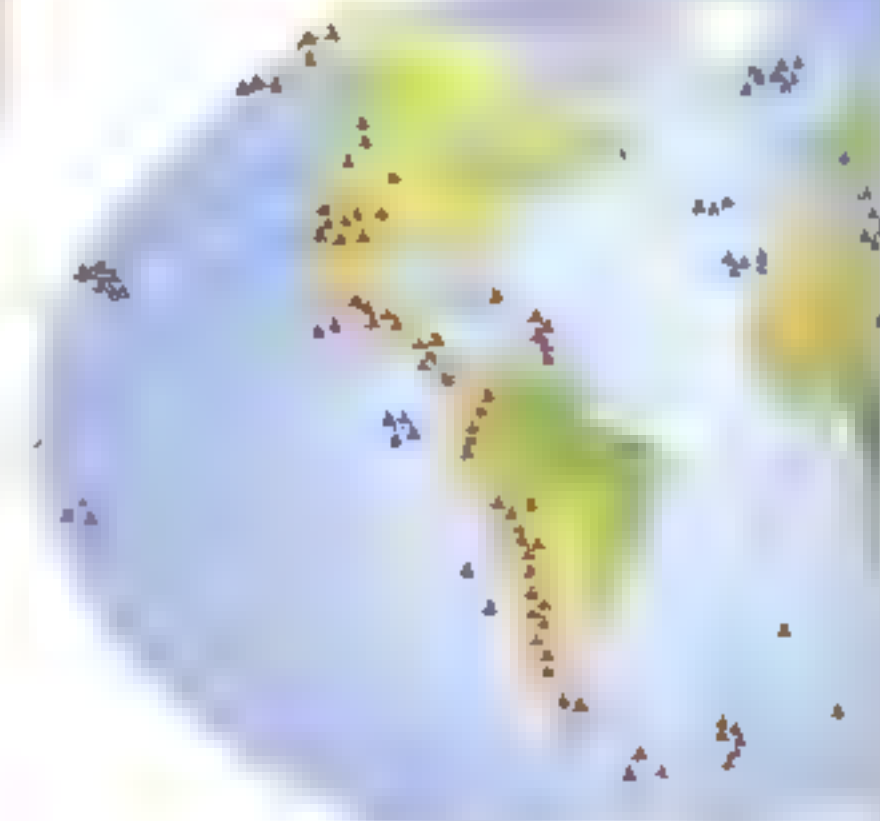
تحت كل تركان،  
هناك خجرة  
ضهارية، هي  
مستودع من المواد  
منصهرة، تؤدي  
الاندلاع البركاني  
تطفح الشقوق، اسي  
ترتفع فيه اللابة عبر  
صدوع طويلة،  
وسيل الانتشار في  
البراكين البارزتي



لانة منصهرة نساب فوق الصخور في هاواي

جبل القديسة هيلانة  
بالولايات المتحدة

يلوشون  
بالولايات المتحدة



تركان أندريثي

فبروف نابطاب

## مناطق البراكين الأندريثية

براكين الأندريثية تنصب باسم حاس الأندريث حيث أو حصت أولا وهذه البركين تواخذ في الماطل حيث تسبغ الوحدة من الصدح لأرضه تحت اسي تسب

## لمزيد من المعلومات انظر

- الحوامص ص ٦٨
- الغازات المتحركة ص ٢١٤
- شوة الحال ص ٢١٨
- الهزات الأرضية ص ٢٢٠
- الصخور والجماد ص ٢٢١
- رسم حرارة الأرض ص ٢٤١

## سطوح اللابة

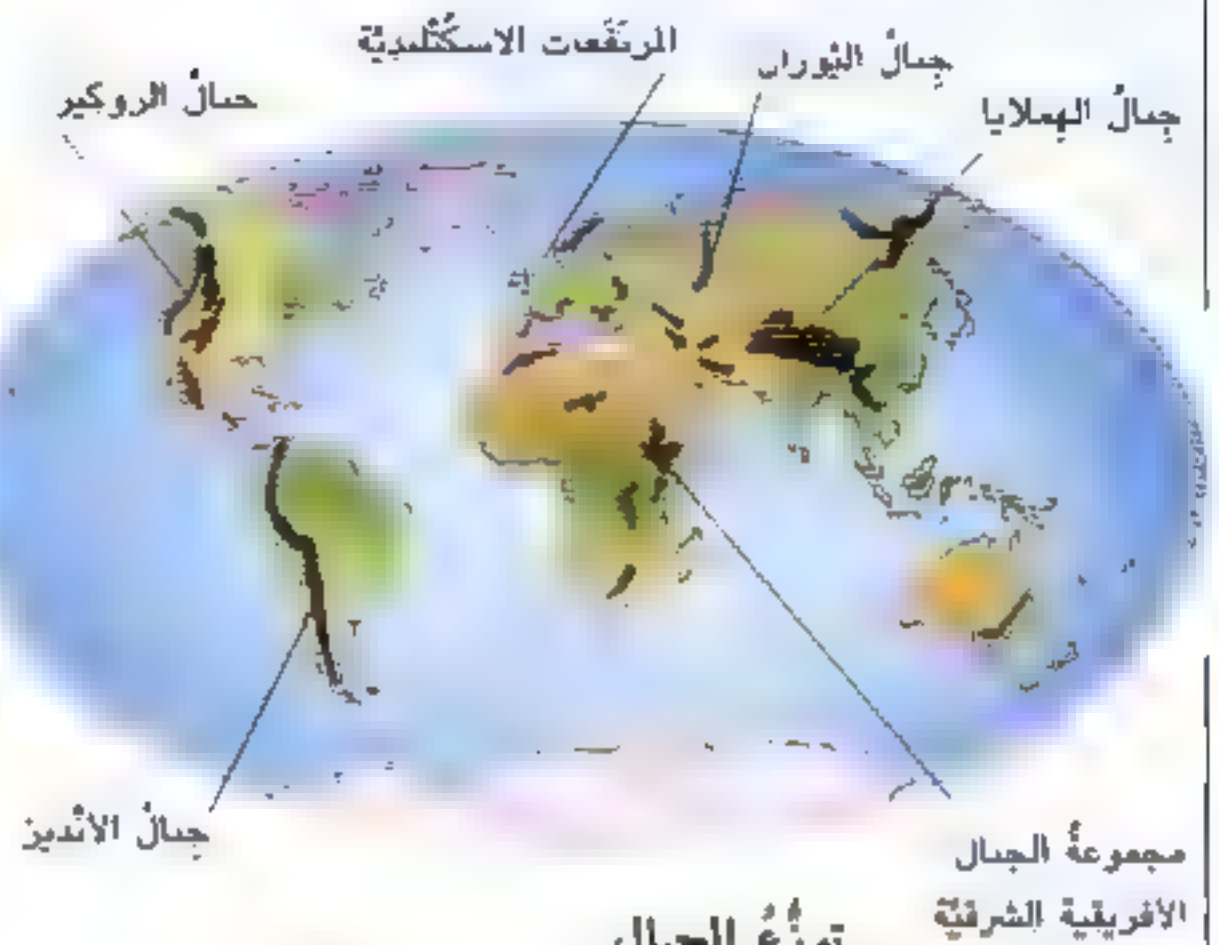
نساب اللابة البركانية بخزية، فتكون سطحها سرد فشرة، بعض وسحمت بالتحركات تحتها وتعرف هذه اللابة الحشة بالهوفو (اسمها المحلي في هاواي) وقد كثر هذا السطح، فإنه يكون كسلا لانة حشة السطح تنفي



# نشوء الجبال

تَشِيخُ الجبال كما يَشِيخُ الإنسان، لكن ليس سريعاً جداً مثله. فمِلسِلَةُ جبال الهِمَلايا في آسيا بدأت بالتَشَوُّع منذ ٥٠ مليون سنة، ولا تزال شابة في دَوْر التَّكُون. تتكوَّن الجبال نتيجةً لِتَكُونِيَّاتٍ (حركات وقوى تشكُّل) الصفائح القاريَّة - وهي التَكُونِيَّات التي تَحْدُثُ في قشرة الأرض، ضاغطةً وعاصِرةً حوافَّ القارَّات. هذه القوى تَرَفِّعُ الجبال من الأرض قسراً. وتُحدِّدُ بعضُ سلاسلِ الجبال القديمة، كجبال الأورال في روسيا والمُرتَفَعات الإسكتلندية، مواقعَ تصادم الصفائح القاريَّة في أزمانٍ غابِرة. نشوء الجبال ينطوي على إجهادات عظيمة تُسبِّبُ التواءات وأَنقِطاعات تشكيليَّة في الصخور يُمكنك تَقْصِيها في المَناطق الجبليَّة.

خارطة جبال العالم



## توزُّع الجبال

سلاسلُ الجبال الرئيسيَّة على الأرض هي جبالُ طَيَّي تَكوُّنُ بِأَصْغَارِ حوافِّ القارَّات، أو حيث تصادمت الصفائح القاريَّة. أمَّا الجبال الكُتَيْبَةُ، لِتَكوُّنِها بالمَطر، فهي أَقلُّ لَفْناً لِلأَطرار على بِطاقِ عالمي. عِندَما أَنه يُمكن تَكوُّنُ اسراكيي بين جبالِ الطَيَّي أو بين الجبالِ الكُتَيْبَةِ.

تَمرِّقُ صفيحةٌ مُحيطة نَحْثَ إحدى القارَّات؛ فيُطْلِقُ الاحتكاكُ الحافَّةَ القاريَّةَ إلى أسامير، دافعا كُلَّ إشعاعيٍّ منها حَلْفاً تحت الإسفير الذي يليه.

## جبالُ الطَيَّي: عَمَلِيَّاتُ

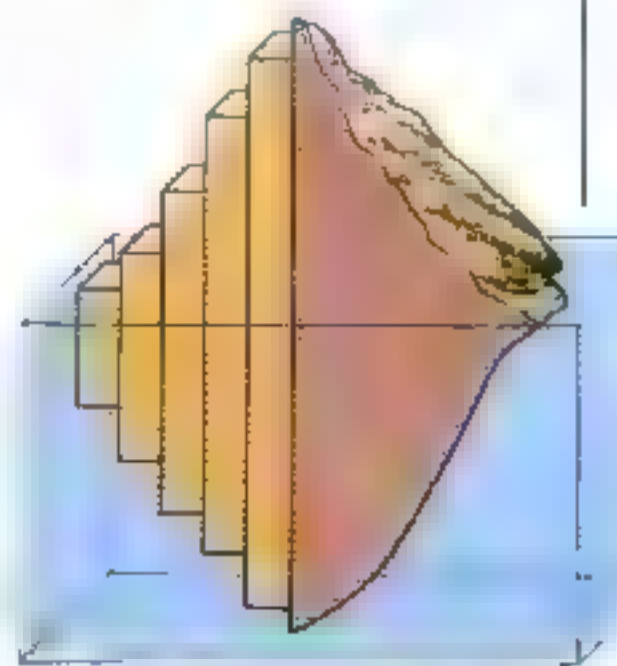
تُكوَّنُ الاسفيريُّ القاريَّةُ المُتَصَدِّعَةُ جُزْراً وسلاسلَ ساجِيةً وعِزَّة، وهي تتألَّفُ من عَريِجٍ مُركَّبٍ من الرُّسَاباتِ المُحيطة والمُوادِّ القاريَّة.

## تَكوُّنُ جبالِ الطَيَّي

تَكوُّنُ جبالِ الطَيَّي على حافَّةِ القارَّةِ فتَعرَّضُ الصفيحةُ القاريَّةُ عِندَ أَرْطامِها بالصفيحةِ المُحيطة التي تُقَحِّمُ نَحْثَها. فتَنتَصِقُ الجُزُرُ وأرُساباتُ المَاقولة مع الصفيحةِ المُحيطة بِحافَّةِ القارَّةِ؛ وتَنتَظِرُ هذه مُتَجمِعةً طَريقَها صُغْداً لِتَصبِحَ جُزْءاً من السُّلْبَةِ الجبليَّةِ. أمَّا الصفيحةُ الهابطة فتَنتَصرُّ، وتَنتَاصِغُ الصُّهارةُ في قاعِةِ الجبالِ فَتَرفَعُها أَكْثَر، وتَقلِّدُ البراكينَ إلى السُّطح.

## الجبالُ الطَّافِيَّة

في العام ١٨٥٥، إرتأى الفلكيُّ البريطانيُّ جورج بيدل عبري، أَن الحال، كما الكُتْلُ الحَشْبَةُ الطَّافِيَّةُ في الماء، يَزدادُ عُمُقُها تحت السُّطح كُلَّما زادَ أَرْتِفاعُها فوقَ وَتَينَ الأَسْحاثِ الحديثة أَنَّ القشرةَ القاريَّةَ أَشَدَّ كَثِيراً في المَناطِقِ الجبليَّةِ منها في المَناطِقِ المُسَيطِرة، وَأَنَّ لِلْجبالِ حُدُوراً تَمُتُّ عَمِيقاً في طبَقَةِ الدَّنار.



نموذج لجذور جبل

## جبالُ الطَيَّي: نَظَرِيَّاتُ

الصخورُ القاريَّةُ تُنْضِطُ وتَقْصُصُ وتَنتَظِرُ في مَنايَ عَمِيقَةٍ.

تَرتَفِعُ المُوادُّ المُتَصَدِّعة من الصفيحة الهابطة.

يُصدِّعُ الصُّفْطُ الصُّخورَ ويُفَصِّلُها خِيفاً في دَاجِلِ القارَّةِ.

يَعمَلُ التَّأْكُلُ سُطُوعِ الطَيَّاتِ المُدَوَّرَةِ إلى حَلِيطٍ مُنْظَم.

المُطَيَّاتُ الدَاحِلِيَّةُ الهَسِيجَةُ تَتَأْكَلُ بِالشَّجَرَةِ إلى مُخَدَّراتٍ حادَّة تُشكِّلُ الجُزُفَ والوُدُين.

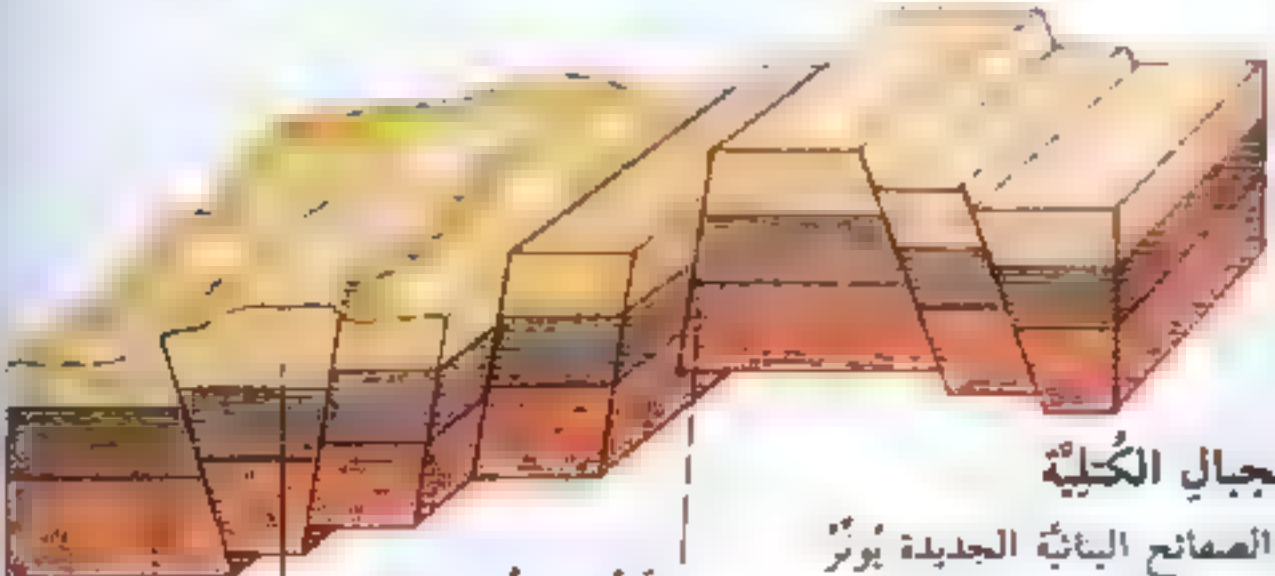
تَصبِحُ الجبالُ القديمةُ المُتَكوِّنةُ سَاقِفاً على السَّاحِلِ، بَعيدَةً الآنَ عَنِ البَحرِ.

الصُّخُورُ المُتَصَدِّعةُ تَندَمِجُ عِزَّ القُشْحاثِ مُكوِّنةُ براكينٍ انديوتِيَّةَةٍ. وَيَبقَى العَرايِشُ مُكْشُوفَةً على السُّطحِ.

## الجبالُ الكُتَيْبَةُ

مَالِحَاتُ

يَدُورُ النُحْاثُ



النُحْاثُ السُّطُحيُّ يُدَوِّرُ حافَاتِ الكُتْلِ وَيُفْطِئُ المُشَوَّعَ، فَيَنتَظِرُ تَنتَيزَها.

تَنتَظِرُ القارَّةُ دَومَها التَّوَدُّعَ إلى كُتْلٍ يَتَحرَّكُ بِعَعضِها مِالنَسيبةِ إلى مَعضِها الأَخر.

## تَكوُّنُ الجبالِ الكُتَيْبَةِ

إِنَّ تَكوُّنَ الصفائحِ البَنايَةِ الجَدِيدَةِ يُؤَثِّرُ قِشرةَ الأرضِ بِمُطْلَقِها كُتْلاً تَقبِلُ بِها شُغُوقَ تَسمَى صُدُوعاً وقد تَنتَحيبُ بعضُ هذه الكُتْلِ، مُكوِّنةُ أَوْدِيَةٍ خَصبٍ، نَارَكَةٍ الكُتْلُ الغائِمةُ بِها كَجالِ كُتَيْبَةٍ، كَيتَلُ المُتَواجِدَةِ في شَرقِ أَمَريَّةِ.



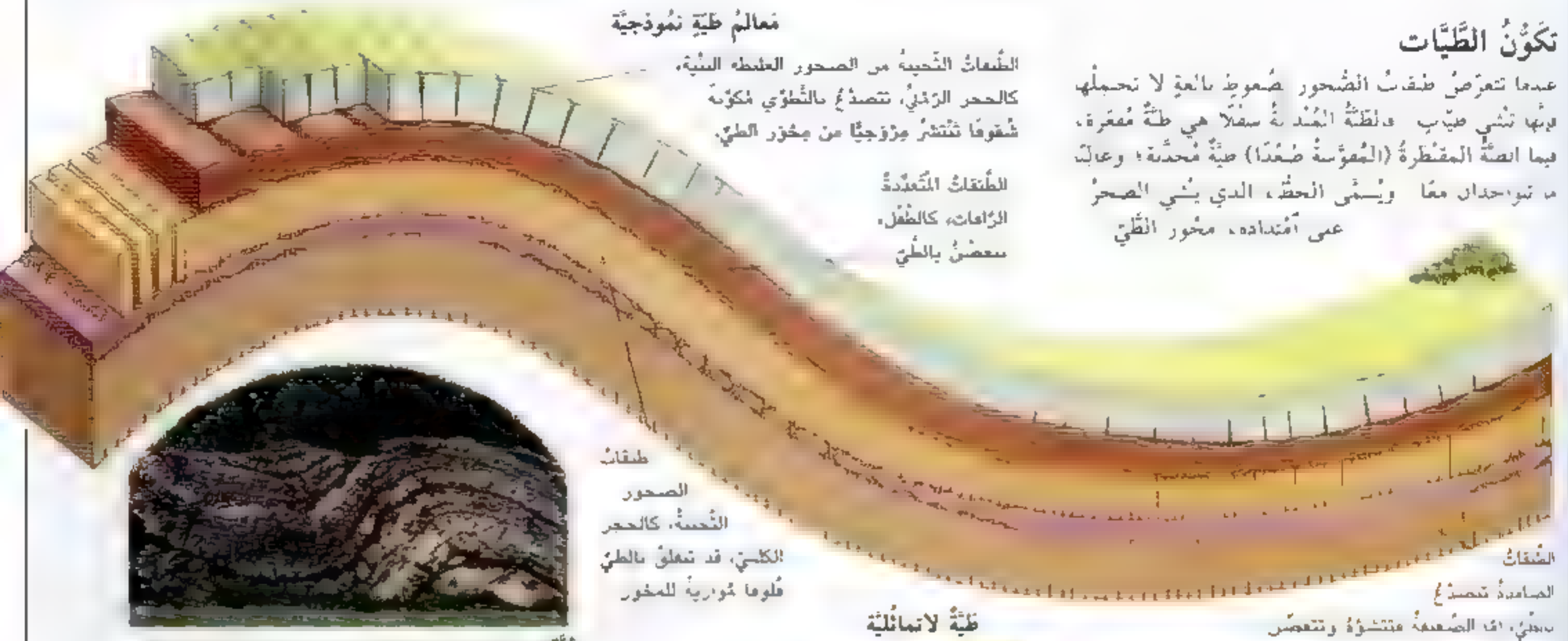
## تكوّن الطّيّات

عندما تتعرّض طبقات الصخور لضغوط بالغة لا تحملكها فإنها تشي صيّب ولقطة المندبة سفلًا هي طيّة مفعرة، فيما الصّة المقطّرة (المفوّسة ضعدًا) طيّة محدّدة، وعادًا ما يتواجدان معًا ويسمى الحظّ، الذي يسي المصحّر على امتداده، محور الطّيّ

## معالم طيّة نموذجيّة

الطبقات النّحيبة من الصخور العظيمة النّية، كالحجر الرّملّي، تتصدّع بالتطوّي مكونة شقوقًا تنتشر موزّجًا من محور الطّيّ.

الطبقات المتعدّدة الرّاعات، كالطفل، بعضنّ بالطّيّ



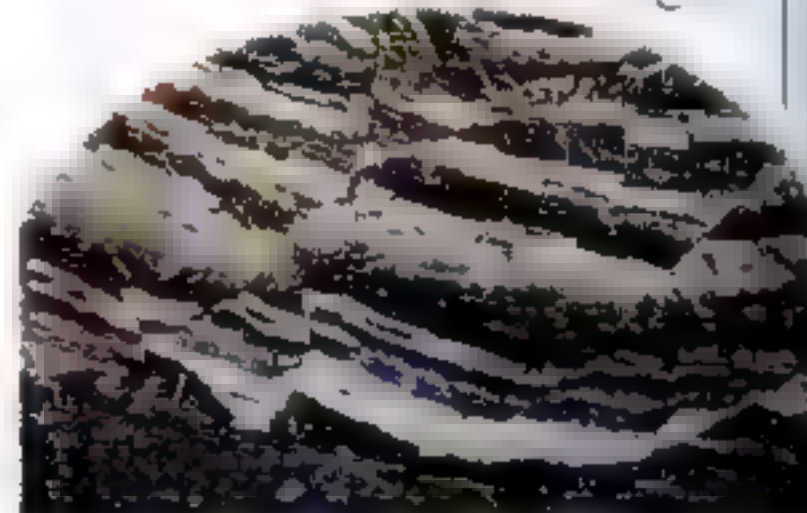
طبقات الصخور النّحيبة، كالحجر الكلسي، قد تنفلق بالطّيّ فلوها ثورية للمخور

## طيّة لامتانيّة

الصاعدة تتصدّع بالطّيّ، إذا الضّعفة متشوّدة وتتفصّل

## أنواع الطّيّات

نبتوه بضمخور بقرّي معلوم تشخّ أنواع محسنة من الصّدّات الطّيّات سنبه أعلاه هي صيّات مُندبة، يعني أنّ اعطه تطوي حور مُسبو عمودين أمّا في الطّيّات الالامانيّة، عدو الغيّة مائلة مُحرقة بفعل الضّغط المُستطيل عليها وقد تتعاطم الضّغوط جدًّا فتتشقّ الطبقة بكامها، ويُصبح صدّع دسريّ

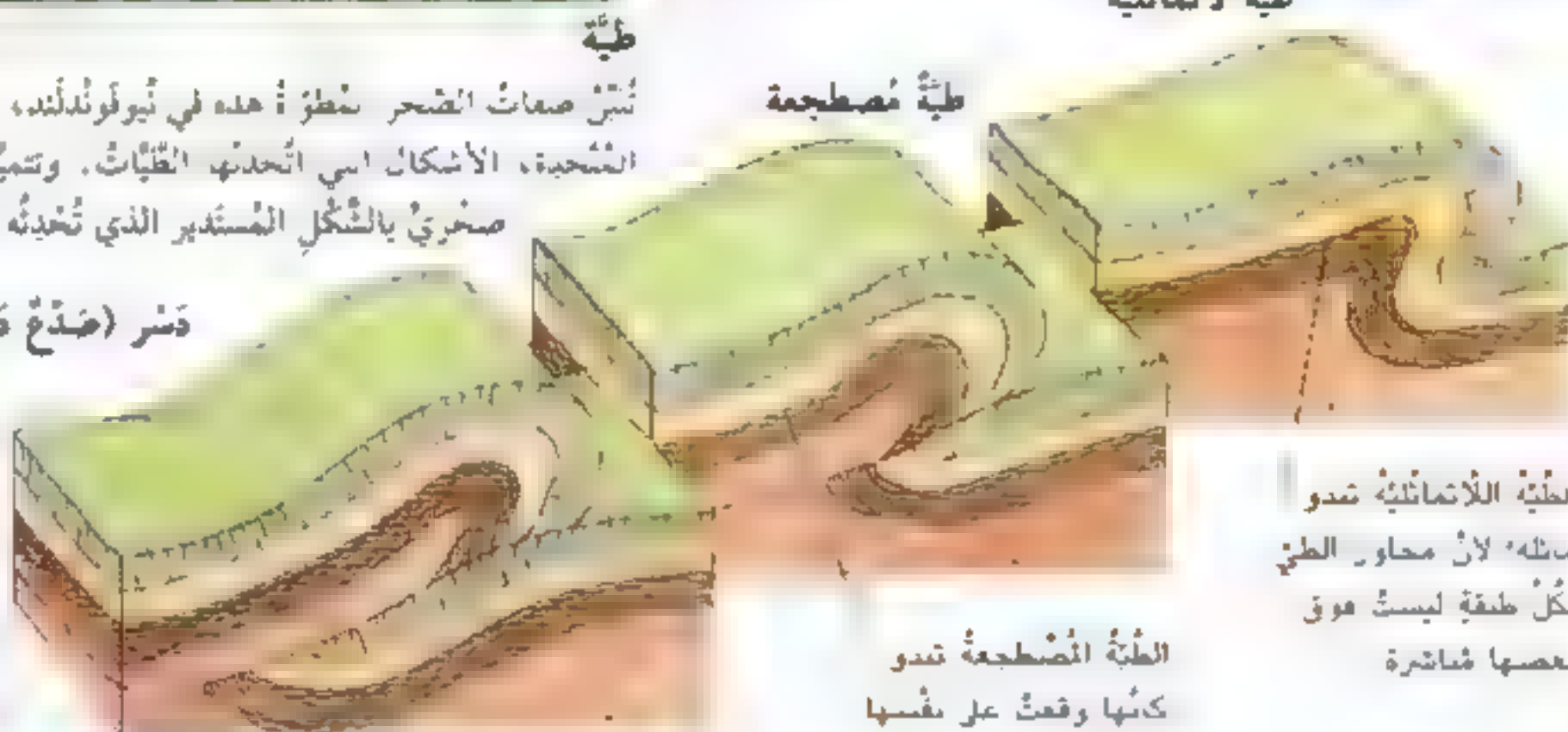


## طيّة مُسطّجة

تُتّر صعدت المصحّر سطرًا هذه في نيوكولدند، نيوجرسي بالولايات المتحدة، الأشكال اسي اتحدتها الطّيّات، وتسمّى الطيّة في مُكتشف صغري بالشكل المُستدير الذي تُحدّثه في طبقات المصحّر

## دسّر (صدّع دسريّ)

بالصعب الشّتمز تُصبح الطيّة دسّرًا - يمكن مُشاهدته كطيّة أو صدّع



الطيّة الالامانيّة عدو مثله لأن محاور الطّيّ لكل طبقة ليست فوق بعضها مُباشرة

الطيّة المُسطّجة عدو كنها وقعت على نفسها

## صدّع عاديّ

يتكوّن الصدّع العاديّ بالتأثير متصدّع الصخور ويترلق واحدها سفلًا تجاه الذي يليه.

مشنوي الصدّع بفصل الكتلة المُندبة عن العزقة.

الكتلة الماسة على السطح سلاش عاجلاً بالثّبات

تُتّر هذه الضّخور في بكتشهر بابران، كلاً الصدوع العادية والعكسية.

## الصدّوع

يمكن مُشاهد الصدّع كسوّ حثّه بضمخور مُرخ بعضها بنسبه بعض

تُتّف حوافها طبقات مُعكّ الصّدّع ويُعرف هذا بالانزلاق

دسّر صدّوع عكسيّة صلبة تتواجد في المناطق الجبلية

## صدّع عكسيّ

يتكوّن الصدّع العكسيّ بالانضغاط فتتحرك إحدى الكتلت ضعدًا بالنسبة إلى الأخرى.

## صدّع مُتجه انزلاقيّ يمينيّ

في صدّع المنحه الانزلاقيّ، تتحرّك الكتلة حاسيًا وليس عموديًا

صدّع مُتجه انزلاقيّ يمينيّ

صدّع مُتجه انزلاقيّ يساريّ

في صدّع المنحه الانزلاقيّ اليساريّ تحركت الكتلة المُقلّة إلى القصار.

## أنواع الصدّوع

أحيانًا، وبالتأثير عادة وليس بالضّغط، لا تشي المصحور ولا بصوي، بل تتصدّع إلى كُتل سحرّك بعضها بالنسبة لبعض أو أنه سبق بها أن فعلت ذلك ويُعرف هذا بالصدّع ويسمى الطاق الضّحيّ الذي سرقه الكتلة عن بعضها مُسوي الصدّع

## لمزيد من المعلومات أنظر

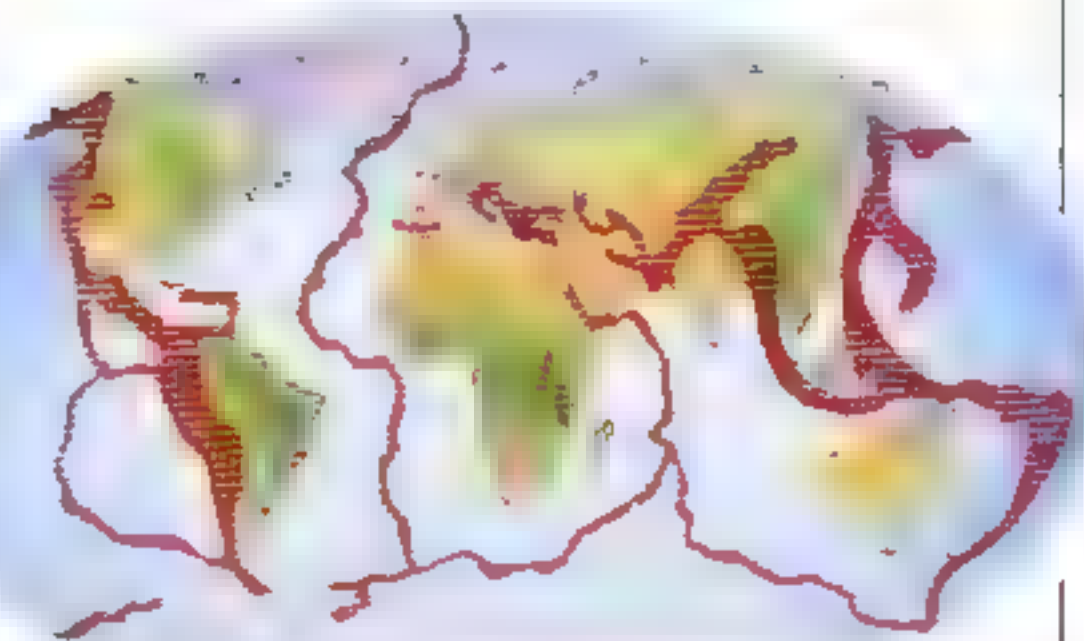
- لضّغط ص ١٢٧
- نبة الأرض ص ٢١٢
- القارّات المُتحرّكة ص ٢١٤
- التّجوية والتّحاث ص ٢٣٠
- حقائق ومعلومات ص ٤١٤



# الهزات الأرضية

إنَّ أشدَّ القوى والتفجيرات المألوفة لدينا تظلُّ ضئيلة جدًا بالنسبة للقوة التي تمرُّ طبقات الصخر في قشرة الأرض وتصدُّعها. فالتطبقات الصخرية بطبيعتها لا تتشني ولا تتصدع بسهولة، لكنَّ التوتر الذي تُسببه تحركات الصفائح الأرضية يتنامى عبر السنين حتى تنوء الصخور تحت وطأته، فتصدع فجأة وتزاح مُصدرة أمواجاً صدمية مدمرة يرتجف معها سطح الأرض في تلك المنطقة فيما نُسَمِّيه زلزالاً أو هزة أرضية. وقد يلي الرَّجفة الزلزالية الأولى سلسلة من الرَّجفات اللَّاحقة على مدى بضعة أيام تالية؛ ثمَّ تحبُو عندما تستقرُّ الصخور في مواقعها الجديدة.

خريطة مناطق الزلازل في العالم



مناطق الهزات الأرضية العميقة

مناطق الهزات الأرضية السطحية

## مناطق الهزات الأرضية

حدوث الزلازل، كما تُوران التراكيب يحصل على امتداد حافات الصفائح الأرضية. فتحدث الهزات السطحية حيث تتلافى الصفائح فعلاً عند السطح، فيما تحدث الهزات العميقة حيث تنزلق إحدى الصفائح تحت أخرى.

## مقياس مِرْكَلي

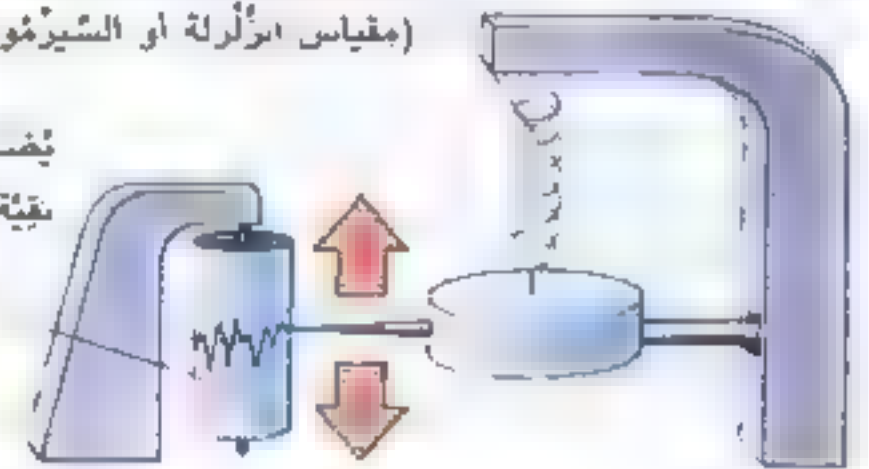
نقاس شدة الزلزال أو كميّة الرّجفة، على مقياس مِرْكَلي المُدرّج على أساس ما يرى ويُحسّ خلال الهزة. ويتراوح مدى المقياس بين الدرجة الواحدة للرّجفات البسيطة جداً، وبين الدرجة الثنية عشرة للزلازل التي تحدث دماراً شاملاً. ونُسَمَّى النّقطة، في باطن الأرض، التي تنطلق منها الهزة ثورة الزلزال؛ ويُشعرُ بشدّته الأعظم في المركز السطحي للزلازل، وهو النّقطة على سطح الأرض الواقعة تماماً فوق الثّورة

قراءة عمودية

بحسب النقص ثقل المرحاب (مقياس الزلازل أو السيزمومتر)

يُضخّم تحرك بقية الفرعة

الأسطوانة الدوّارة تُسجّل التحرك المُضخّم



قراءة أفقية

تَهْتَرُ الفرعة بينما يظلُّ النّقل ساكناً

يُضخّم الاهتزاز بالقُدرة الدّراعية

يُسجّل التحرك على الأسطوانة الدّوّارة

## المرجاف (السيزمومتر)

المرجاف أو مقياس الزلازل آلة تُسجّل الهزات الأرضية. يحوي مقياس الزلازل ثقلاً ثقيلاً جداً بحيث يظلُّ ساكناً بينما يهتزُّ كلُّ شيء حوله. تُضخّم الرّجفة بفعل الرّوافع (القُدرة الدّراعية) وتُسجّل على أسطوانة دّوّارة.

## مقياس مِرْكَلي

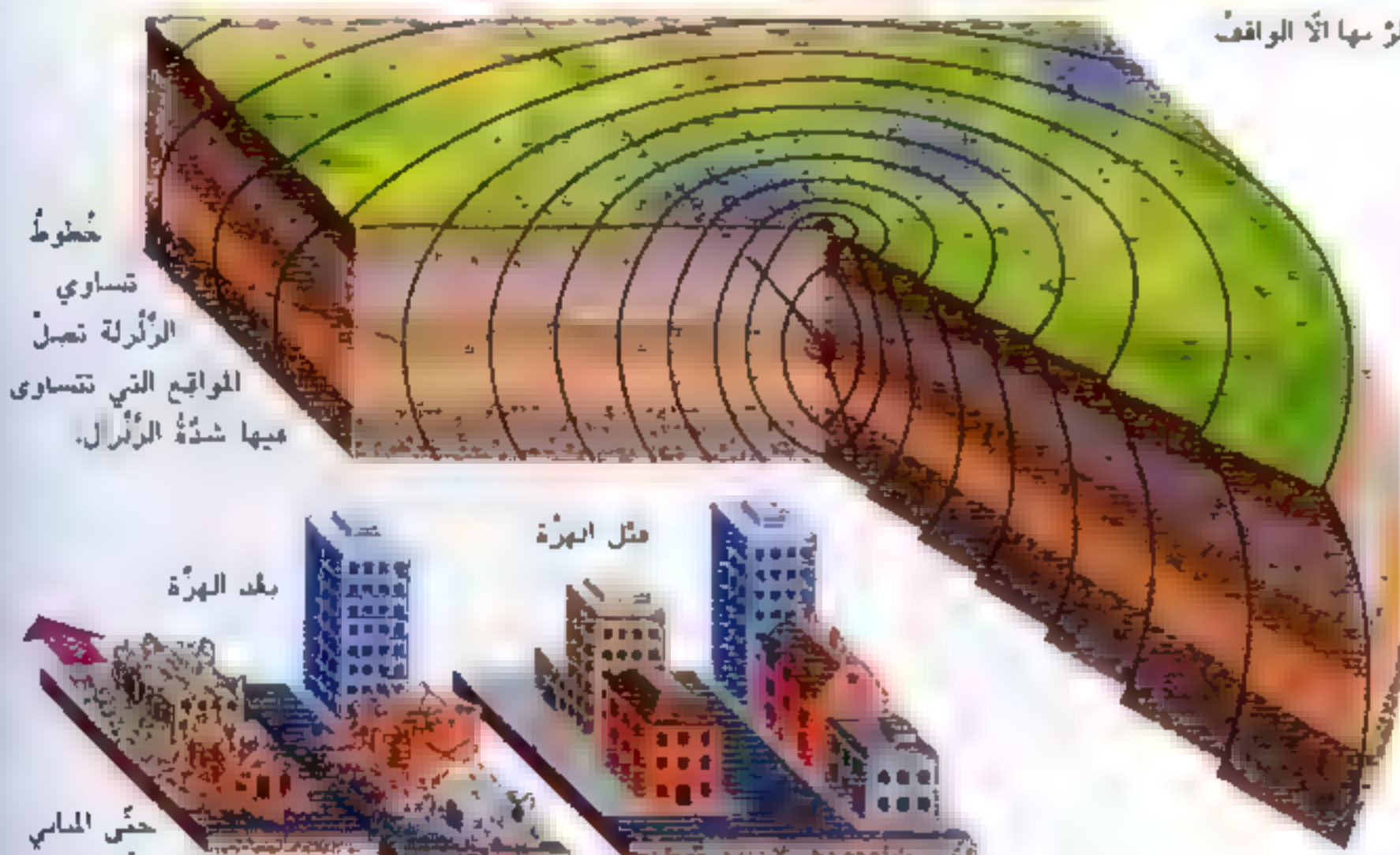
هزات الدرجة الشايدة

على مقياس مِرْكَلي تُعطى التّوافد والحرك الأثاث وتُسقط أناسيت المُنخنة وملاطها.



هزات الدرجة الثانية على مقياس مِرْكَلي، تكون حفيفة ملا يشغز بها الآ الواقف في طابق علوي

تحرك المشغور الأعظم يحدث في بُدرة الزلازل.



خطوط تساوي الزلازل التي تتساوى فيها شدة الزلازل.



حسب الماسي الأعصل تصميماً

قد تنهار بعض مَرُء غيفة وقد تصدّع المباني العالية أكثر من الحفيزة، والمعوم أنّ النار والأمراض هي أخطار تعقّب الزلازل دائماً.

## التدمير الشامل

على درجة ١٢ من مقياس مِرْكَلي يكون التدمير شاملاً، فتموخ الأرض بموجات البحر، وتنفذ الأجسام في الهواء، وتدمر المباني تدميراً كاملاً كما تغيّر المعالم الجغرافية لمسطحة بشكل دائم. ونحس لحظاً، فإن قُمة من الهزات تبلغ هذه المَرُجة من الشدّة

## مقياس رِختر

يُقاس قدر الهزة الأرضية، في مقابل شدتها، بمرجاف رِختر وهو مقياس زلزلة (سيزمومتر)، من تصميم عالم الزلازل الأمريكي شارل ف. رِختر، عام ١٩٣٥. فالهزات الأرضية العيفة على هذا المَرجاف قد تبلغ درجة ٦ أو أكثر، أما الأعلى والأشدّ تدميراً فقد تبلغ درجة ٨,٩



مشهد هزة أرضية في أريكانا، بتركيا

## مزيد من المعلومات انظر

- القوى والحركة ص ١٢٠
- الاهتزازات ص ١٢٦
- سنة الأرض ص ٢١٢
- القارآت المتحركة ص ٢١٤
- نشوة الجبال ص ٢١٨
- حقائق ومعلومات ص ٤١٤



# الصُّخُورُ وَالْمَعَادِن

الأرض التي نمشي في مناجيها، ونشيّد المصاني عليها، ونزرّعها بساتين وحقولاً تتألف من صخور؛ وكلُّ صخور الأرض تتألف من كيماويات تُسمى معادن. بالفحص المخبري، يتبيّن أنّ الصُّخْرَ مؤلّف من بلّورات معدنيّة متباينة تتسامى وتتداخل معاً كالقسيّفساء. ولا يحوي الصُّخْرُ المعدنيّ عادةً أكثر من ستة أنواع من المعادن، لكلِّ نوع منها تركيبه الكيماويّ المُتميّز. وتتألف قشرة الأرض من ثلاثة أنواع متباينة النشأة من الصُّخور هي البركانيّة (أو الناريّة) والمتحوّلة والرُّسوبيّة. فالصُّخور البركانيّة تنشأ من تصلّب الصُّهارة السائلة بالبرودة. وتنتج الصُّخور المتحوّلة من تحوّل الصُّخر كيماوياً بالحرارة أو الضَّغط إلى صخرٍ مُختلف النوعيّة. أمّا الصُّخور الرُّسوبيّة فتتكوّن بتلاحم مُنات الصُّخور وأنواع الحُثايت والانقراض الأخرى.



بلّورات المزدوج  
الرُّسوبي

## أنواع الغرانيت المُختلفة

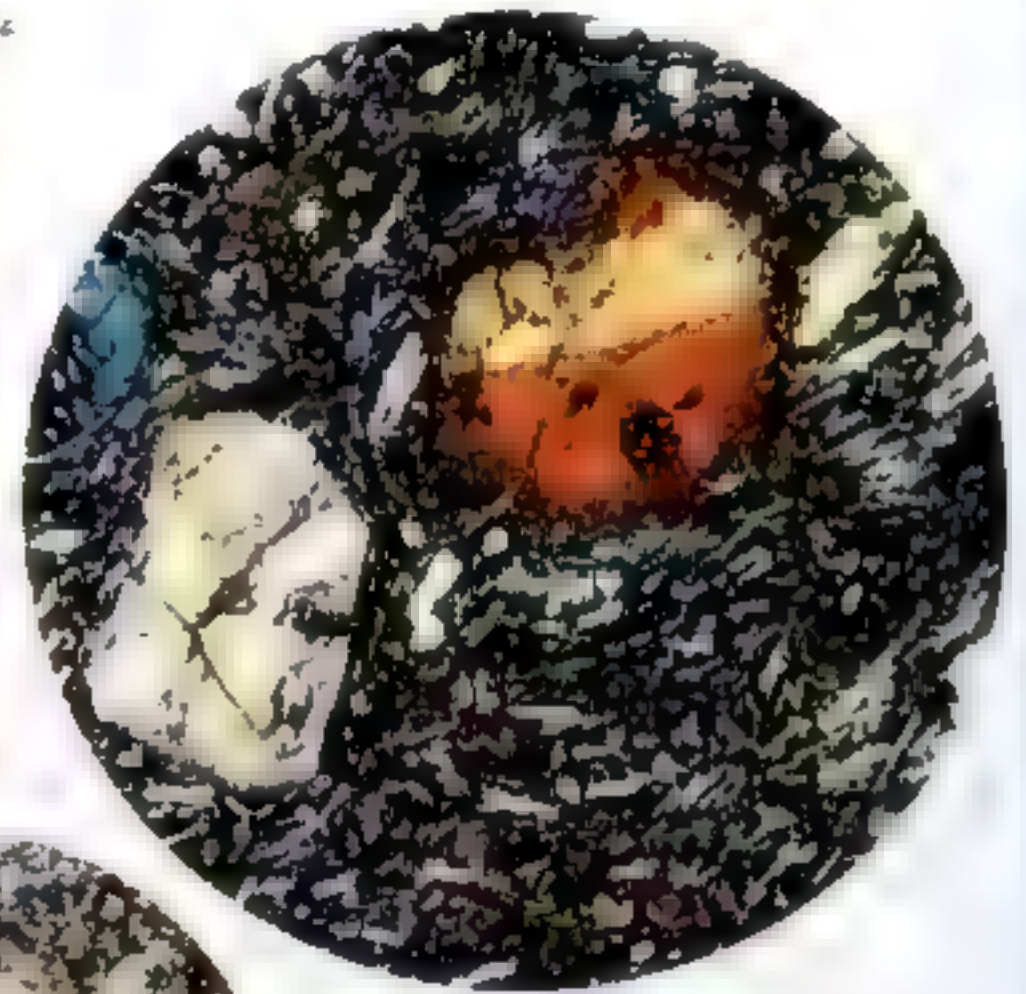
في بعض الصُّخور، كالغرانيت، تكون بلّورات المعادن من لُكثير بحيث تُرى بالعين المُحرّدة. تتألف الغرانيت من معادنيّ المزدوج (الكوارتز) والبُنتايت والميكا وقد يكون لون الصُّخر رمليّاً أو زجاجيّاً، تبعاً لِمعدن الذي يحويه



غرانيت مُشتمل



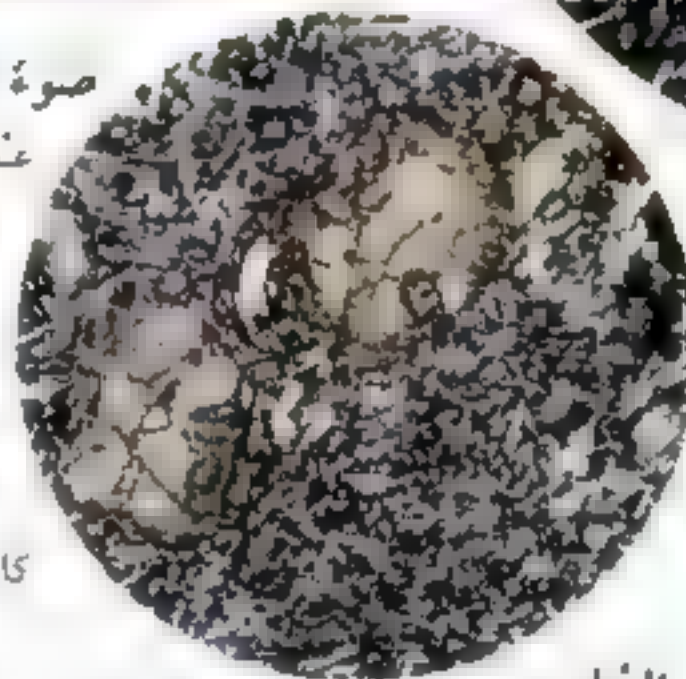
غرانيت المُشتمل



هيماتيت، حديد  
حديد

## صورة مُستقطب

عند فحص شريحة صخرية بمنظار مُزوّد بمرشح مُفرد الاستقطاب (بشمع مُزود بامواج صوتيّة مُعينة فقط) يظهر المعادن كلّ على حدة، شفّافة في بعضها وعتمة في بعضها، لونها صلباً وفتة مهلاً، كالحديد، تبدو صلبة كمنة بأكمل



## الخليّ

بعض المعادن حمليّ أخذت لها مُشجدة في صياغة الخبيّ ويعتمد قِمتها معدن الخبيّ هذه على ندرتها ومقدار انصابت عنها

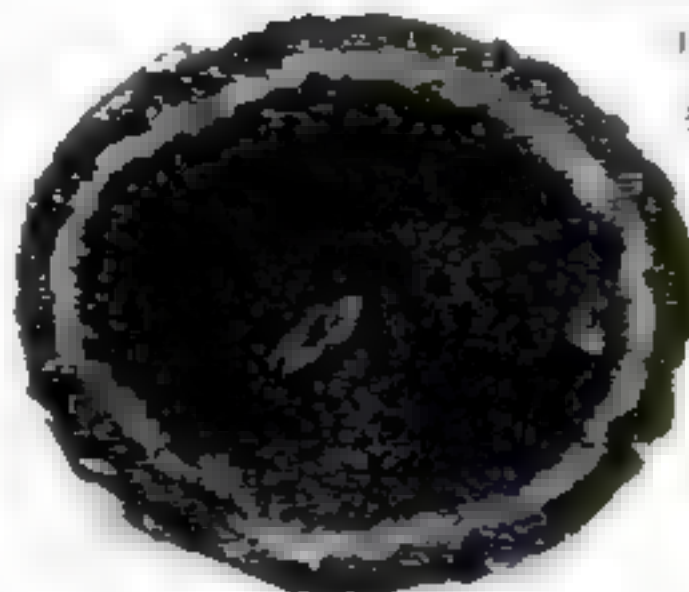


## صخر مُزدوج الاستقطاب

يد مُختصاً اشترجه لصخرته نفسها غير مُرشّحين مُستقطبين يبدو المعادن في سبب رابع من لُألوان وسعتر هذه لُألوان بد ما دُورب اشترجه بحسب صخره، يُمكن تعيين قوّة معادن كلّ على حدة من مظهره ومن مخرّات ألوان

## الهيماتيت

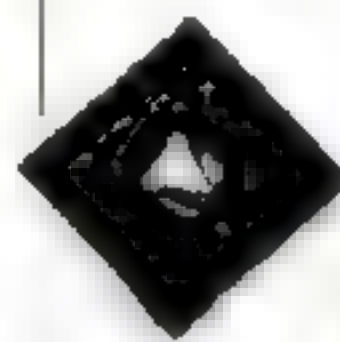
تحتوي الحامات المعدنيّة بلّورات يُمكن فصلها بسهولة؛ كالهيماتيت أحد خامات الحديد فالحديد بلّور مُتّين مُروّن (قابل للثني) يُمكنه الانحناء مع قِرات أخرى يتكوّن سائت واستعدادات حديد واسعة النطاق من ضلع لآخر واجفقتب إلى زُرش وأشعب لإثبات انصابت عنده



بلّورات الحمشت  
توتف، حقاذا  
حزون حوردي  
صخرية

## الجوزة الصُّخريّة (المُبطّنة بالبلّورات)

قد تدوّن معادن الصُّخور في الماء أو في سوائل تركائبيّة مازّة عندها، وتُخضع إلى مواقع أخرى والمعادن التي تراكمت على حوايط تجويف صخريّ قد تكون جوزة صخرية مُنقّطة بالبلّورات.



الماس



الطلق (الثلج)

## سُلّم موهز

يُمكن تعيين قوّة المعادن من صلابتها فالمعدن الذي يستطيع حُدش معدنٍ آخر هو أصدُّ منه ويرتفع سُلّم موهز لِمقياس صلابدة المعادن من ١ و ١٠ باعتبار صلابدة الطلق (ألين المعدن) ١، الجبس ٢، الكَلْسيت ٣، البُوريت ٤، الأباتيت ٥، الأورثوكلاز ٦، الكورنر ٧، التُوبر ٨، الكورنر ٩ والماس ١٠ (أصلد المعادن).

## لمزيد من المعلومات انظر —

- التركيب الكيماوي ص ٢٨
- بلّورات ص ٣٠
- العناصر ص ٣١
- بحرّات ص ١٠٩
- نبذة الأرض ص ٢١٢
- حقائق ومعلومات ص ٤١٥



# الصَّخُورُ البرُكَانِيَّة

أثناء آخِرَاقِ الشَّمْعَةِ يَنْضُ بعضُ الشمع السائل قطراتٍ على جوانبِها ويتجمّد. هكذا تتكوّن الصَّخُورُ البرُكَانِيَّة إذ تتصلّب من كتلةٍ صخرية منصهرة كما تتصلّب اللَّابَةُ المُنسَابَةُ عندما تَبْرَدُ على حَوافِّ بُرْكان. ونظراً لِفاعليّةِ العاملِ الحراريّ في تكوين الصَّخُورِ البرُكَانِيَّة، فقد سُمِّيت أيضاً «الصَّخُورُ النَّاريّة». هنالك نوعان رئيسيان من الصَّخُورِ البرُكَانِيَّة: النايطة السطحية والمندسة الخوفيّة. الأنواع السطحية تنشأ من تصلّب الصَّهارة بِسرعة فوق سطح الأرض كـ اللَّابَة؛ وهذا يُكسبها نَسْجَةً بلوريّة دقيقة الحبيبات. أمّا الصَّخُورُ الخوفيّة فتنشأ من صَّهارةٍ تصلّبت بالتبريد البطيء عميقاً تحت سطح الأرض. يُنتِجُ صخرًا حشيش الشَّجَةِ البلورية كبير الحبيبات.

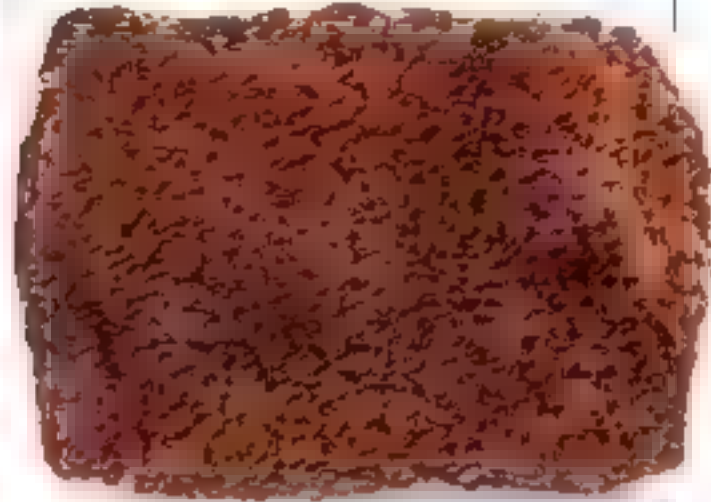
## البازلت

البازلت صخرٌ بُركانيّ سطحيّ نموذجيّ نشأ من اللَّابَة، وهو صخرٌ كثيفٌ داكنٌ مُنَوَّدٌ بسبب المعادن المتواجدة فيه، وهو يسبب التبريد السريع دَقِيقَ الحبيبات المُنتَلَةِ.



بلوريات العراست  
كبيرة بحيث تُرى  
بالعين المُحْزَذَة

بنشأ البازلت عندما  
تَبْرَدُ اللَّابَةُ البرُكَانِيَّةُ  
فوق سطح الأرض



## الغرانيت

الغرانيت صخرٌ بُركانيّ خوفيّ، يَوجَدُ منه عدّة أنواعٌ كُلُّها فاتحةُ اللون بسبب طبيعة المعادن المكوّنة اللون فيه. ويسمى الغرانيت وفًا أصغر من البازلت لينصف، مُكوّنًا بلوريات أكبر حجمًا بحيث تُرى بسهولة.

## تكوّن الصَّخُورِ البرُكَانِيَّة

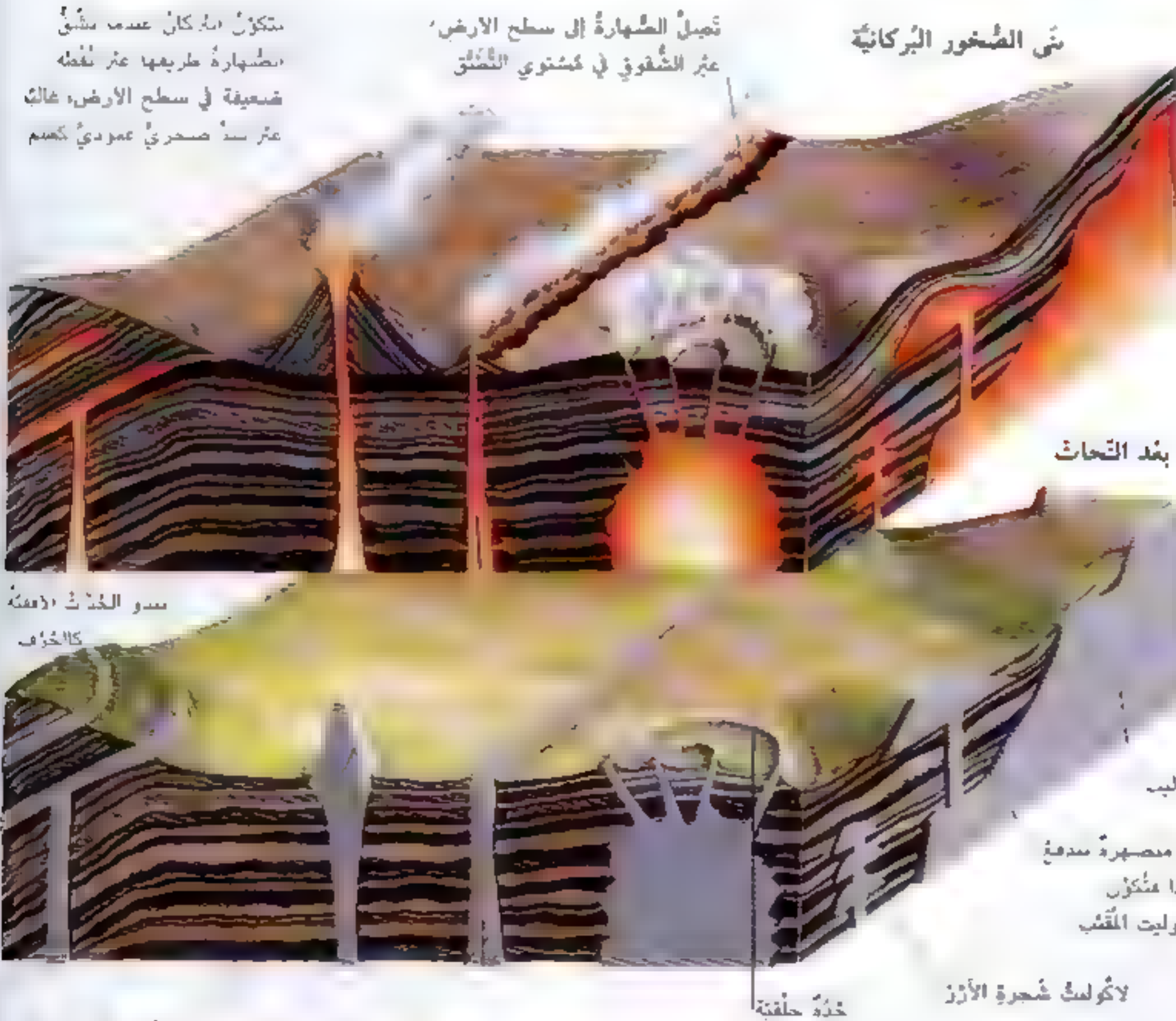
تنشأ الصَّخُورُ البرُكَانِيَّةُ الخفيفةُ نِسْجَةً السَّليكا، كالبازلت، من صَّهارةٍ مادةٍ الذئار الأرضي. أمّا صَّهارةُ مادةٍ الصمغ الأرضي فتكوّن صَّخُورًا بُركانيّةً عاليةً نِسْجَةً السَّليكا، كالغرانيت، الذي يتصلّب كُتَلًا ضخمةً كالشام الغائر (بائوليت) أو في قِبابٍ أُندِساسِيَّةٍ (لأكوليت)، أو يتكوّن في الصَّدُوعِ مُشَكَّلًا جُذاتٍ قاطعة (سُدُودٌ صخرية عمودية) أو مُوازيةً أفقيّة، أو قد يُنبْجِسُ عَبرَ السطح. ولا يُرى الصَّخْرُ الخوفيّ إلا بَعْدَ نَحَاتٍ الطبقاتِ القويّة



## جِدَّةُ قاطعة بُركانيّة

عندما تنشأ المود المنصهرة طريقها إلى صَدْعٍ وتتصلّب، تتكوّن صخرًا أُندِساسِيًّا متوسّط حجم الحبيبات. وهذا الصخرُ أصدُّ عادةً من الصَّخُورِ المحيطة به، لذا يصمّد هذا الالندساسُ بعد التَّحَاتِ كمفلمٍ طبيعيٍّ أرضيٍّ بارِدٍ

## نَشْأُ الصَّخُورِ البرُكَانِيَّة



تَصلُّبُ الصَّهارةِ إلى سطح الأرض  
عبر الشقوق في مُشْنَوِي التَّصَلُّقِ

بَعْدَ التَّحَاتِ

بائوليت

مواذ منصهرة سدغ  
ضغفا مُتَكَوِّن  
الأكوليت المُقْطَب

لأكوليت شجرة الأرض

خَدَّة حَلْفَتَة

سدو الخُدَّة دافعة  
كالخُوف

خَدَّة مُصاعفه  
نقف الغنوّ شامحا  
مقدار متكل  
التركيب المحيط به

## رَصْفُ الطَّرِيقِ

الصَّخُورُ البرُكَانِيَّةُ صُلْدَة حَذًا والحصاء من كُسارِها تصلحُ كمادّة رصيف قويّة جيّدة لتعبد الطرّيق، خاصّة بعد حَظْطِها بالزَّمْت؛ لأنَّ الزَّمْت يَصْبُغُ نَفْثَتَ معدنها السَّليكاوَتَة (الفلسار) بالثخوية.



يُغْرِشُ سطحُ الطريق بحليط من  
خصاء الغرانيت والزَّمْت الشاخن

## لَمزيد من المعلومات انظر

- لكربون ص ٤٠
- نبْأ الأرض ص ٢١٢
- البراكين ص ٢١٦
- نُصُورُ والمعدن ص ٢٢١
- حقائق ومعلومات ص ٤١٥



# الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ

القَصَّةُ (الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ المُكْتَلَّةُ)

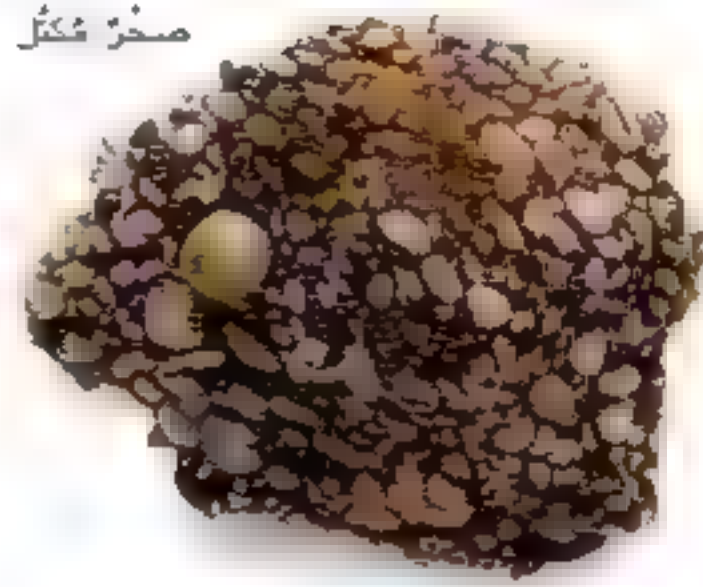
تُكَتَلُ لِحَفَّةٍ لِأَخْصَرِيَّةٍ بِسِ صَحْرِ  
رُسُوبِيٍّ قَدِيمٍ حَتَّى يُدْعَى لِحَفَّةً أَوْ  
لِرُصْبِصٍ وَشَمْلُ صُخُورِ الرُّسُوبِيَّةِ  
لِقَابُ لِأَحْرَى الْحَجَرِ الرُّسُوبِيِّ  
تُؤَلَّفُ مِنْ صَفَاتِ الرُّغْلِ فِي الصَّحْرِ  
وَعَنِ شَوَاطِي الْحَدَرِ وَالْغَطْلِ  
تُؤَلَّفُ مِنْ صَفَاتِ الرُّغْلِ وَالْغَطْلِ

الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ  
الْقَتَانِيَّةُ

يُعْتَمَدُ الْمَرْزُ  
وَالْعَوَامِلُ الْحَوِيَّةُ  
بِصُخُورِ الْمَكْشُوفَةِ  
لِ كُسَارَةٍ وَخَطَامٍ

تُخَرِّفُ الْمَبَاةَ الْجَارِيَّةُ  
هَذَا الْخَطَامُ الصَّحْرِيَّ  
إِلَى التَّحَرُّقِ حَتَّى يَتَرَسَّشَ

صَخْرٌ مُكْتَلٌّ



شَوَاطِي حَضَارِيَّةُ

طَبَقَاتٌ رَمْلِيَّةٌ وَطَبَقَاتٌ

الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ  
الْكِيْمَاوِيَّةُ

بِصَخْرِ مِيَاءٍ لِحَدَرٍ أَوْ لِسَابِ بَحْرِيٍّ مَعْرُوبٍ  
هَيْدَرَاتٌ بِمُرَكِّزِ الْأَمْلَاحِ الْمَذَابِ تَدْرِيجِيًّا  
وَحَدِيثًا مَرِئِيًّا

الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ  
الْحَيَوِيَّةُ الْمَشَا

النَّشْأَةُ الْمَرْجَاسِيَّةُ هِيَ نَفْسُهَا  
صَخْرٌ رُسُوبِيٌّ عَرَبِيٌّ الْمَشَا  
وَيُمْكِنُ لِكُسَارَاتِهِ الْمُنْتَشِرَةِ عَلَى  
قَاعِ الْمَحَرِّ تَكْوِينَ شَيْءٍ آخَرَ

قَلِيلٌ مِلْيُونِ السَّنِينَ



وَأَخْلُوطِيَّةٌ مِيَاءِ الْأَعْمَالِ  
تَرَسَّشَتْ عَلَى قَاعِ الْمَحَرِّ

زَهْلٌ وَغَرْمِيَّةٌ مِنْ قَصَبِ نَهْرٍ

طَبَقَةٌ صُلْدَةٌ مِنَ الْحَجَرِ الْحَبْرِيِّ  
(الْكَلْسِيِّ) تُكُونُ خَيْثًا بَارِئًا

تَحْرِي طَبَقَاتُ  
الصَّحْرِ الْمُخْتَلِفَةِ  
مَعَادِنُ مُتَعَاوِنَةٌ  
الدَّوْبَةِ

مِلْخٌ صَخْرِيٌّ

لِمِلْخِ الصَّخْرِيَّ

بَحْرِيٌّ مِيَاءِ الْمَحَرِّ مَعْدُونٌ مُدَابِيَّةٌ، فَوْدًا غُرْلُ خَرَّةٍ  
مِنَ الْخَرِّ وَحَتَّى تَرَسَّشَتْ هَذِهِ الْمَعْدُونُ طَبَقَةً فِي  
مَعْدِنِ الْمِلْخِ صَخْرِيٍّ وَبَعْضُ أَنْوَاعِ الْحَجَرِ  
يُكْتَسَبُ فِي صُخُورِ رُسُوبِيَّةٍ كِيْمَاوِيَّةٍ مُوَدَّحَةٍ

تَكُونُ الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ

بِعَمَلِيَّةٍ لَتِي تَتَحَوَّلُ بِهَا الرُّسَابَاتُ الثَّابِتَةُ فِي قِبَعِ الْمَحَرِّ وَالْأَنْهَارِ إِلَى صُخُورٍ  
رُسُوبِيَّةٍ صُلْدَةٍ تُعْرَفُ بِالصُّخْرِ. وَيَتِمُّ ذَلِكَ عَلَى مَرَحَلَتَيْنِ فِي الْأَوَّلَى، تُصْعَقُ الرُّسَابَةُ  
بِعَمَلِ طَبَقَاتِ الْمُرَاكَمَةِ مُرَايِدَةً فَوْقَهَا، فَتُظَرِّدُ الْخَبُوبُ الْمَهْوَانَةُ، وَتُرْصُّ حُسْبِمَاتُ  
الرُّسَابَتِ وَتَتَوَشَّخُ فِي الْمَرَحَلَةِ الثَّانِيَةِ، تَرَسَّشَتْ مَعَادِنُ الْمِيَاءِ الْحَوِيَّةِ الثَّانِيَةِ عَنِ  
بِصُخُورٍ - عَالِيَا الْكَالْسِيَّةِ وَالسَّلِيكَا - فَتَرَاكُمُ فَوْقَ حُسْبِمَاتِ الرُّسَابَاتِ مُسَمَّةً  
بِهَا فِي كِتْلَةٍ مُضْمِنَةٍ جَامِدَةٍ

جِبَارَةُ الْبِنَاءِ

إِنَّ مُنْشَوِيَابَ الصُّخْرِ أَيْ هَوَاسِلَ صِفَاتِ الصُّخْرِ  
السُّمِيرَةِ تَجْعَلُ لِمُصْحُورِ الرُّسُوبِيَّةِ سَهْلَةَ الْإِتِّفَاقِ  
وَالشَّكْلِ أَمَّا الصُّخُورُ الرُّسُوبِيَّةُ الْأَصْلَدُ وَالْأَسْمَكُ  
تَقْلَبُ كَالْحَجَرِ الرَّمْلِيِّ وَالْحَبْرِيِّ، فَتُسْتَعْمَلُ عِدَّةُ  
كَمَوَادٍ لِلْبِنَاءِ

مَنْزِلٌ مِنَ الْحَجَرِ الْأَسْفَرِ الرَّمْلِيِّ فِي نِيويورك، بِالْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ



فِي الْوَقْتِ الْحَاضِرِ

الرُّسَابَاتُ الَّتِي تَتَحَوَّلُ إِلَى  
صَخْرِ رُسُوبِيٍّ، قَدْ تَرَفَّعَتْ  
بِالْحَرَكَاتِ الْأَرْضِيَّةِ إِلَى السُّطْحِ  
وَتُعْرَضُ لِلنَّشْأَةِ، فَالْصُّخُورُ  
الْأَصْلَدُ، كَالْحَجَرِ الرَّمْلِيِّ أَوْ  
الْكَلْسِيِّ، قَدْ تَتَوَارَمُ النُّحَاتُ، فِيمَا  
انْصَحَرُ لَأَقْلُ صِلَادَةٍ، كَالْغَطْلِ،  
فَدَنْتُ كُلُّ شَرَعَةٍ، مُشَكَّةٌ مُسَطَّةٌ  
أَرْضِيًّا مُدْرَجًا، وَهَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ  
مُسْتَمِرَّةٌ أَحْدُوثٌ حَالِيًا

طَبَقَاتُ الصُّخْرِ الرَّمْلِيِّ أَكْثَرُ  
شَفَافَةً لِلْحَتِّ مِنْ طَبَقَاتِ الْغَطْلِ

لِمُرِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

لِلْوَرَاتِ ص ٣٠  
شَوْءُ الْجِبَارِ ص ٢١٨  
لِلْمُصْحُورِ وَالْمَعَادِنِ ص ٢٢١  
النُّحَاتُ وَالنُّحَاتِ ص ٢٣٠  
الْأَنْهَارُ ص ٢٣٣



# الصُّخُورُ الْمُتَحَوِّلَةُ

في صِنَاعَةِ الْخَبْزِ يُعَجَّنُ الطَّحِينُ وَالْخَمِيرَةُ وَالْمَاءُ مَعًا ثُمَّ يُخَبَزُ (يُسَوَّى) الْعَجِينُ فِي قُرْبِ حَارٍّ. وَبِطَرِيقَةٍ مُمَازِلَةٍ، تُتَحَوَّلُ الْحَرَارَةُ وَضَغْطُ الصُّخُورِ الْقَوِيَّةُ طَبِيعَةَ الصُّخُورِ تَحْتَهَا؛ وَتُسَمَّى هَذِهِ عَمَلِيَّةُ التَّحَوُّلِ. هُنَالِكَ نَوْعَانِ رَئِيسِيَّانِ مِنَ الصُّخُورِ الْمُتَحَوِّلَةِ، أَوْسَعُهَا أَنْتِشَارًا الصُّخْرُ الْإِقْلِيمِيُّ الدِّينَامِيُّ التَّحَوُّلِ. وَيَطَالُ هَذَا النُّوعُ كُتْلًا وَمَقَادِيرَ ضَخْمَةً، وَيَقَعُ فِي قَلْبِ سَلَاسِلِ الْجِبَالِ وَفِي أَعْمَاقِ قِشْرَةِ الْأَرْضِ. وَيُعْرَفُ النُّوعُ التَّالِي بِالصُّخْرِ الْحَرَارِيِّ (الْتَّمَاسِيِّ) التَّحَوُّلِ، وَيَتَكَوَّنُ بِالْحَرَارَةِ مِنْ صَخَرٍ بُرْكَانِيٍّ مُجَاوِرٍ عِنْدَ تَمَاسٍ الصُّخْرَيْنِ؛ وَلَا يَطَالُ هَذَا التَّحَوُّلُ إِلَّا كُتْلًا وَمَقَادِيرَ مَحْدُودَةً لَا تَتَجَاوَزُ سِمَاكْنَهَا بِضْعَ سَتِّيمَتَرَاتٍ

## الرُّخَامُ

الرُّخَامُ نَوْعٌ مِنَ الصُّخْرِ الْحَرَارِيِّ الْمُتَحَوِّلِ، يَشَأُ بِسَبَبِ الْحَرَارَةِ عَلَى الصُّخْرِ الْحَرَارِيِّ وَهُوَ مَادَّةٌ سَدِجٌ وَيَحْتَضِرُ حِدَانَةً تَقْصِفُ شَحْنَهُ الدَّعْمَ وَيَنْتِجُ الْمُتَعَبِيرَةَ تَعَالُفًا مِنْ شَوْنِ هَمِ الرُّخَامِ مَا هُوَ أَيْضًا كَالْفَلَحِ أَوْ مُعَرَّقٍ لِنُتَيْ أَوْ الْأَحْمَرِ أَوْ الْأَحْمَرِ أَوْ الرَّمَادِيِّ



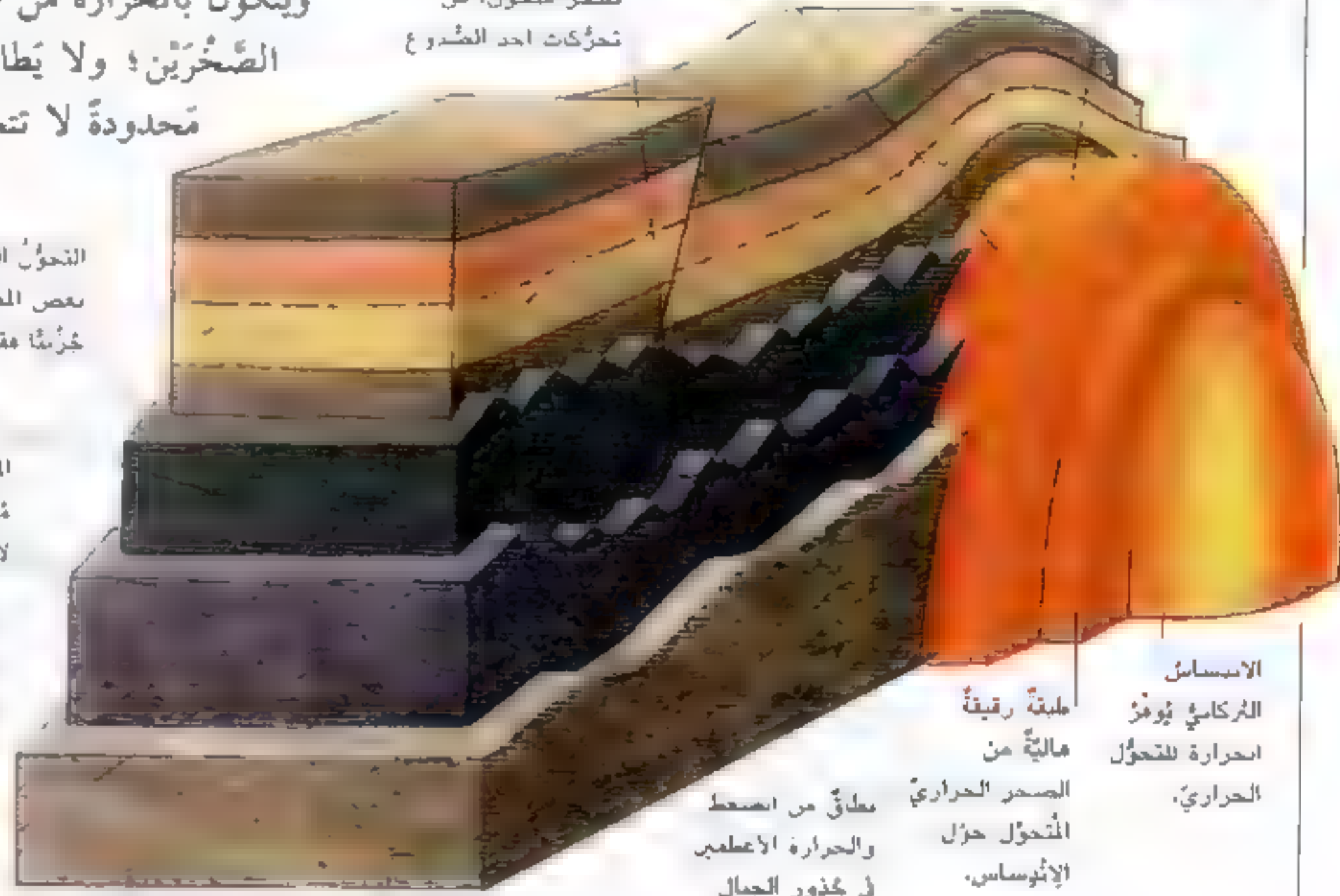
رُخَامٌ

بِبَشَاءِ الْمُلَوَّنَاتِ، وَهُوَ

صَخْرٌ مُتَحَوِّلٌ، مِنْ

تَحْرُكَاتٍ أَحَدُ الصُّدُوعِ

يَتَقَلَّبُ تَرَكِيبُ الصُّخُورِ بِالتَّحَوُّلِ لِلْعَدَنِ، وَيَنْتِجُ هَذَا التَّحَوُّلُ بِغَيْرِ الْمَوَاقِعِ الْحَارَّةِ الْمُتَنَقِّلَةِ مِنَ الْأَسَاسِ بُرْكَانِيٍّ



الْأَسَاسِ

الرُّكَائِيُّ يُؤَفِّرُ

الْحَرَارَةُ لِلتَّحَوُّلِ

الْحَرَارِيِّ،

طَبَقَةٌ رَقِيقَةٌ

هَالِيَّةٌ مِنْ

الصُّخْرِ الْحَرَارِيِّ

الْمُتَحَوِّلِ حَوْلَ

الْإِنْتِزَاسِ،

مَطَاقٌ مِنَ الصُّدُوعِ

وَالْحَرَارَةِ الْأَعْلَى

فِي كُثُورِ الْجِبَالِ

## تَكُونُ الصُّخُورِ الْمُتَحَوِّلَةِ

الضَّغْطُ وَالْحَرَارَةُ فِي أَعْمَاقِ الْأَرْضِ يَهْضُرَانِ الصُّخُورَ الرَّسَوِيَّةَ وَبُرْكَانِيَّةَ الْمَوَاقِعِ وَيُشَوِّبَانِهَا لِكُونِ الصُّخُورِ الْمُتَحَوِّلَةِ وَيُعَيِّرُ هَذَا لِعَامِلَيْنِ مُتَحَوِّلِي الصُّخْرِ سَمْعِيَّيْنِ بِصُورَةٍ كَامِلَةٍ أَحْيَانًا كَمَا هِيَ الْحَالُ فِي الْأَيْسَرِ، الصُّخْرِ الْمُتَحَوِّلِ لِعَالِي الرُّتْبَةِ. وَأَهْمِيَّةُ هَذَا التَّحَوُّلِ هِيَ فِي تَغْيِيرِ التَّرَكِيبِ الْمَعْدِنِيِّ لِلصُّخْرِ فِي الْحَالَةِ الْحَامِدَةِ فَلَوْ أَصْبَحَ الصُّخْرُ فَقَطْ ثُمَّ تَصَلَّبَ ثَابِتًا لَطَلَّ صَخْرًا بُرْكَانِيًّا وَبَصَخْرًا الْإِقْلِيمِيَّ الْمُتَحَوِّلَ لَا يَكْتَشِفُ إِلَّا بَعْدَ فَلَائِي سِتِّينَ مِنْ أَشْجَاتٍ

أَسَالِفُ الْقِشْرَةِ الْقَارِيَّةِ

التَّحْنُوتِ مِنَ الصُّخُورِ

الْأَعْلَى مُتَحَوِّلَةٍ عَالِيَةِ

الرُّتْبَةِ

## الشُّبْتُ

الشُّبْتُ صَخْرٌ إِقْلِيمِيٌّ مُتَحَوِّلٌ

عَالِي الرُّتْبَةِ مُتَعَدِّدُ الْأَنْوَاعِ

وَمَعَادِنُ الشُّبْتِ وَرَقِيَّةٌ أَوْ

مُوَازِيَةُ التَّرْتِيبِ كَامِلَةُ التَّحَوُّلِ

مَاتِيَسٌ



## التَّائِسُ

التَّائِسُ أَعْلَى رُتْبَةِ الصُّخُورِ الْإِقْلِيمِيَّةِ

الْمَحْوُوتِ، تَتَفَصَّلُ مَعَادِنُهُ فِي تَلَقِّي مُتَمَيِّزَةٍ

يَتَصَدَّقُ الشُّبْتُ فِي كُلِّ الْأَتِجَاهَاتِ، إِلَّا عَلَى

أَمْدَادِ الشُّطْقِ، كَمَا هِيَ الْحَالُ فِي الشُّبْتِ

وَالْأَرْدُوَارِ



سَقْفٌ مَبْنِيٌّ مِنَ الْأَرْدُوَارِ بِمِصْرَاطَا

## اسْتِعْمَالَاتُ الْأَرْدُوَارِ

اسْتِعْدَادُ الْأَرْدُوَارِ كَمَادَّةٍ تَشْقِيبِ أَوْ كَسَطِجٍ أَفْطَسٍ لِلشُّوَرَاتِ أَنْحَفِصِ بِمُؤَسَّسَةِ الْمَوَادِّ الْحَدِيدِيَّةِ مِيرَةُ الْأَرْدُوَارِ الْمُهَمَّةُ هِيَ سَهْوَةُ التَّمَقُّقِ، وَذَلِكَ بِبَعْضِ بُلُورَاتِهِ الْمُنْكَاوِيَّةِ الْمُسَطَّحَةِ

أَرْدُوَارٌ



## الأَرْدُوَارُ

الأَرْدُوَارُ صَخْرٌ رَمْدِيٌّ دَاكِنٌ، رَقِيٌّ، يَتَقَلَّبُ سَهْوَةً إِلَى شَرِيحٍ رَقِيقَةٍ، سَبَبُ مُخْبِرَةٍ مِنْ بُلُورَاتٍ لَمَّكَ الْمُسَطَّحَةِ الْمُتَشَكِّكَةِ بِهِ بِسَحُونٍ وَهُوَ صَخْرٌ إِقْلِيمِيٌّ مُتَحَوِّلٌ حَمِصٌ ارْتِثَةً، سَكُونٌ مِنَ تَحَوُّلِ صَخْرِ دَرَسِ الْخَسْبِ كَالْعَقْرِ

شُبْتُ



## لِمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ أَنْظُرْ

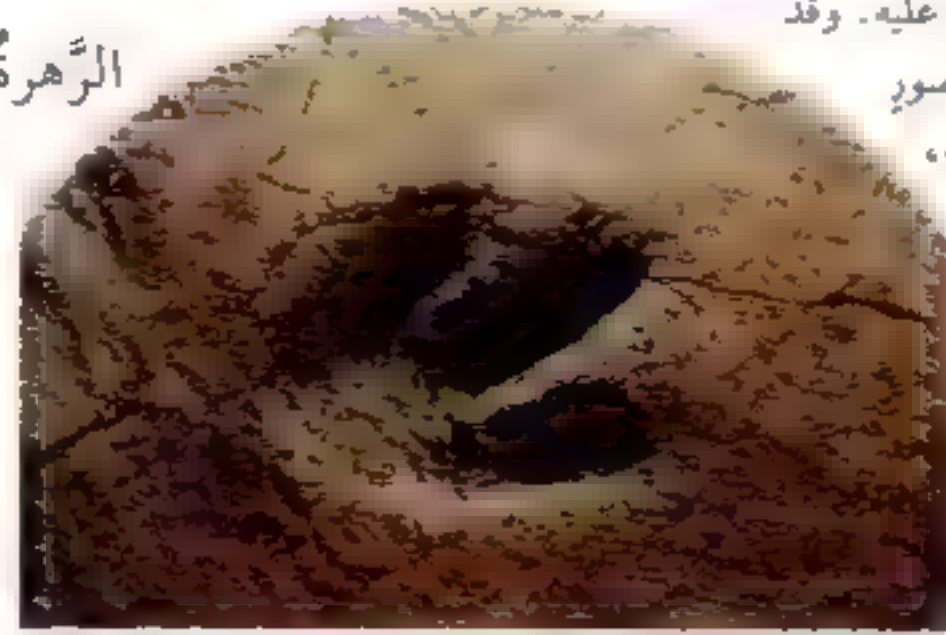
- بِمِيزَاتٍ لِحَالَةٍ مِنْ ٢٠
- شُوءَ الْجِبَالِ مِنْ ٢١٨
- الصُّخُورِ التَّرْكَائِيَّةِ مِنْ ٢٢٢
- الصُّخُورِ الرَّسَوِيَّةِ مِنْ ٢٢٣
- التَّحْوِيلِ وَالتَّحَاتِ مِنْ ٢٣٠
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ مِنْ ٤١٥



# الأحافير

آثار أقدام

أحفورة لا أثر لا يحوي أجزاء من نكاس  
أصلي، إنما هي بقايا آثار تدل عليه. وقد  
تشغل هذه الأحافير دعة ديناصور  
كثي تراها في الصورة المتعاقبة،  
وهي وجدت في صحري زملقي  
في كونينكت، بالولايات  
المتحدة كذلك يمسر  
الزوث اقدم المحفوظ  
صرت من لاحافير بدعوة  
عنما حولوحة نحو  
محتز (كويزوليب)



الرهرة المكبوسة بين طيات كتاب ثقيل، أو في مكبس أرهاي يمكن حفظها  
لعدة سنوات. كذلك تعمل الصخور على حفظ النباتات والحيوانات  
كأحافير. والأحفورة هي بقايا كائن عاش في زمن غابر، حفظت في  
الصخر؛ وقد تكون جسماً كاملاً، أو عظمة واحدة، أو مجرد آثار  
أقدام. تزوي لنا الأحافير قصة الحياة في العصور الغابرة، كما  
تساعدنا في تأريخ الصخور والبيئات القديمة. ففيها تبين مسارات  
الماموثات (الفيلة المنقرضة) في قفار التندرا في العصر الجليدي منذ  
بضعة ملايين سنة، والدينصورات التي سادت

العالم قبل ذلك بعشرات ملايين السنين.  
كما تبين أن جميع أشكال الحياة قبل ذلك  
بأزمان كانت في البحر. إن كثرة من تلك  
الكائنات حفظت بقاياها في الأرض كأحافير.

قد تشكل أوراق النبات في الطل تاركة فيلماً رقيقاً  
من الكربون بشكل الورقة الأصلي. وإذا ما حدث  
هذا لعنايت بكاملها، فالنتج هو فحم حجري.

أحلال السقايا الأصلية  
بأكملها، قد يترك تحوي في  
لصحر يدعى فالنا ليدا

أمتا القالب بالعدس

لاحاف، منه يشج

أحفورة

تدعى صفة أو

مضبوطة

فالت

مشة

شدة

مضبوطة

فالت

مشة

شدة

مضبوطة

فالت

مشة

شدة

مضبوطة

فالت

مشة

شدة

مضبوطة

فالت

مشة

الخثرة المحتبسة في صنع الشجر تحفظ  
بأكملها عندما يتحول الشمع إلى كهرمان

## أنواع الأحافير

هناك أنواع عديدة من الأحافير المحفوظة،  
ونادراً ما يوجد الحيوان أو النبات بكامله  
وغالباً ما يكون الهيكل الصلب منه هو  
المحتبى - وفي هذه الحال كثيراً ما تكون  
المعادن قد حلت فيه محل المادة الأصلية  
أما إذا كانت المادة العنصرية قد تعفنت  
وأندثرت بكاملها، فيبقى فقط تحوي  
أحفوري يشكر الأصل المندثر

اشد سمك العرش  
مشة ومنصة، لها معنى  
نوعاً محو، خلافاً  
لنمى الهيكل  
(العصرون)

## ماري أنغ

ماري أنغ (١٧٩٩-١٨٤٧)، من  
دورست بجنوبي انكلترا، كانت شديدة  
الاهتمام بالأحافير، وأصبحت إحدى  
أشهر جامعي الأحافير المحترفين  
الأوائل. وهي مع شقيقها جوزيف،  
كضبيين، عثرا على أول هيكل عظمي  
كامل لإراحم سباح يدعى الزاحف  
السمكي (الإيكثيوسورس).



الحيوانات الأحفورية (المتحجرة) التي تطورت  
سريعة، وانتشرت في مناطق واسعة من العالم، هي  
الأكثر ثغراً في تاريخ الصخور. والامونيت، وهو  
أحفورة حيوان أحطبوطي الشكل في صدفة حلزونية،  
مثل جيد على تلك الكائنات.

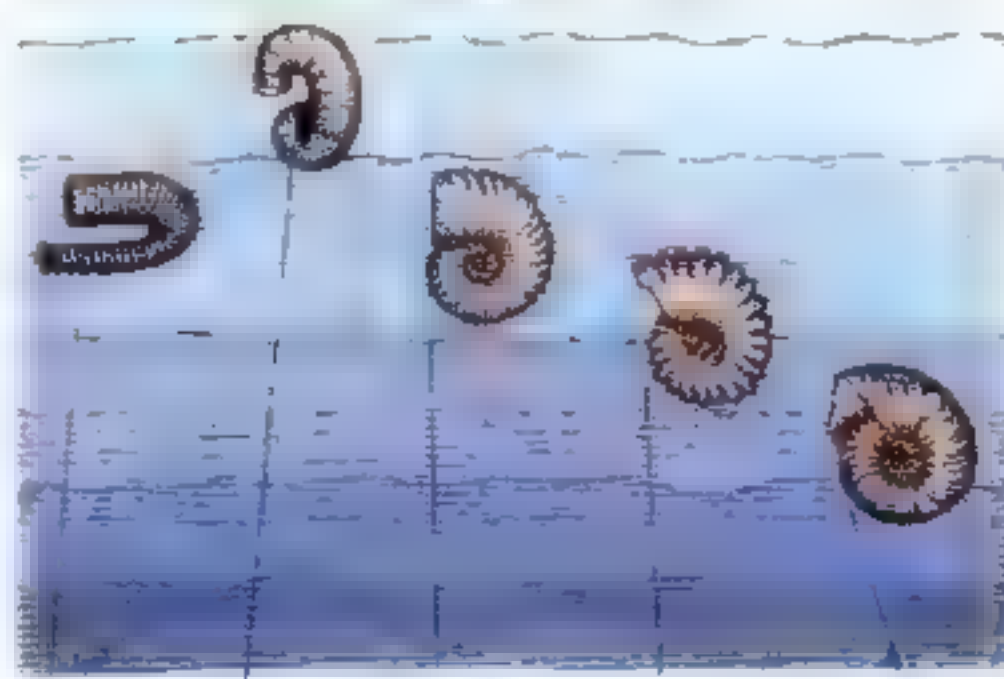
يساعد الامونيت في  
تاريخ الصخور.

مجموعة امونيت في  
حجر طاشيري أحمر

## التاريخ الأحفوري

لاحافير تساعد في تأريخ الصخور. هذا  
حوي الصخر أخفورة حيوان، يعرف أنه عاش  
خلال عصر معين، عديم يمكن تأريخ الصخر  
محدث لعصر. وقد وجدت في ذلك الصخر  
أحافير عديدة معروفة بالوريج، يصح التاريخ  
أكثر دقة، ذلك لأن الصخر يكون قد تكون  
وتركت أثناء تعاقب تلك العصور

فلما تتواحد الأحافير مشتتة بنفسها، فغالبا  
ما تحفظ العديد منها في جميعات. وهذه  
الجميعات الأحفورية تعطينا فكرة عن انبثات  
العديمة وعن طرق عيشها ووسائل معيشتها  
في تلك الظروف.



دشاسيد  
فوربيري  
دوقنيسراس  
مميلانوم  
فويليش  
شكافيس  
همانيس  
مكسيفس

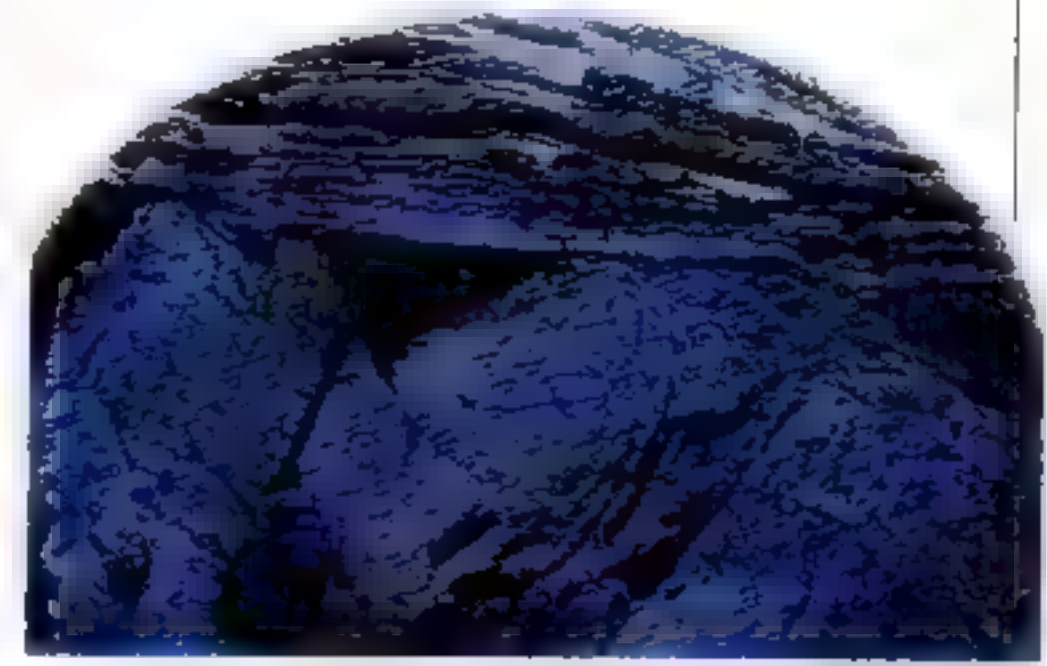
يتر سيفي الثابتين  
عندما يوجد هيكل عصبي محفوظ بالكامل،  
فقد يرتب ويسد في متحف ويغرس للعموم  
وبال ذلك هذا الهيكل العظمي الأحفوري ليتر  
سيفي اثنتين وجد في حجر القار في لوس  
أجلوس، كاليفورنيا، بالولايات المتحدة

لمزيد من المعلومات انظر
الكربون ص ٤٠
الصخور والمعادن ص ٢٢١
الصخور الرسوبية ص ٢٢٣
الصخور سحلات حيوانية ص ٢٢٦
التجوية والتحات ص ٢٣٠
حقائق ومعلومات ص ٤١٥



# الصُّخُورُ سِجَلَاتٌ جِئُولُوجِيَّة

الصُّخُورُ التي نُشَاهِدُهَا حَوْلَنَا اليَوْمَ رَاخِرَةٌ بِأَحَافِيرَ دَلَالِيَّةٍ مِنَ الْمَاضِي تُسَجِّلُ الْكَثِيرَ مِنْ تَارِيخِ الْأَرْضِ، كَأَنَّهَا صَفَحَاتٌ فِي كِتَابٍ. وَلَمَّا كَانَتْ طَبَقَاتُ الصَّخْرِ الرَّسُوبِيِّ قَدْ تَرَسَّبَتْ، عَلَى الزَّمَنِ، بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ، فَإِنَّ الطَّبَقَاتِ السُّفْلَى هِيَ بِالطَّعْمِ الْأَقْدَمُ عَهْدًا. وَالْجِئُولُوجِيُّ الْخَبِيرُ، بِتَحْرِيقِ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ بِالذَّرْسِ الدَّقِيقِ، تَبَيَّنَ لَهُ الطَّرُوفُ الْحَيَاتِيَّةُ وَالْبَيْئَةُ الَّتِي تَرَسَّبَتْ فِيهَا كُلُّ طَلْقَةٍ. فَتَرْكِبُ الصَّخْرَ وَبَيْئَتَهُ وَمُحْتَوَاهُ الْأَحْفُورِيُّ تَرْسُمُ، بِمَجْمُوعِهَا، صُورَةً لِبَيْئَةٍ مُعَيَّنَةٍ فِي الْمَاضِي السَّحِيقِ. إِنَّ دِرَاسَةَ الصُّخُورِ هَذِهِ تُدْعَى عِلْمَ وَصْفِ طَبَقَاتِ الْأَرْضِ، أَوِ الْجِئُولُوجِيَّةِ التَّارِيخِيَّةِ.



لا تَوَافُقُ طَبَقَتِي، فِي صُخُورِ الْأَحْدَوِي الْعَظِيمِ (الْعَرَسِ كَالْيُورِ) فِي أَرِيْزُونَا، بِالْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ.

## لَا تَوَافُقُ (طَبَقَتِي)

إِنَّ أَيَّ انْقِطَاعٍ فِي تَوَالِي الطَّبَقَاتِ الصَّخْرِيَّةِ يُدْعَى لَا تَوَافُقًا. وَهُوَ يَحْدُثُ عِنْدَمَا تُرْفَعُ طَلْقَةٌ صَخْرِيَّةٌ لِتَكُونَ سَلْسَلَةً حَسَنَةً، ثُمَّ تُصْخَرُ سَحْتٌ وَتُخَوَّضُ سَطْحًا مُسَوًى يَغْمُرُهُ الصَّخْرُ، وَتَرَسَّبُ فَوْقَهُ صَفَحَاتٌ صَخْرِيَّةٌ وَهَذِهِ تُحْدِثُ ثَغْرَةً فِي سَجَلِ تَارِيخِ الْأَرْضِ.

## تَعَاقُبُ الصُّخُورِ

يُسَنِّطُ تَارِيخُ مَطْلَقَةٍ مَا مِنْ تَوَالِي صُخُورِهَا وَتَعَاقُبِهَا. فَإِذَا لَمْ يَغْنُرْ عُمُودُ الصُّخُورِ أَيُّ أَصْطُرَبَ، تَكُونُ صَفَحَاتُ الصَّخْرِ السُّفْلَى، حَسَنًا، هِيَ الْأَقْدَمُ وَالطَّبَقَاتُ الْأَعْلَى هِيَ الْأَحْدَثُ عَهْدًا. وَهَذَا هُوَ مَبْدَأُ التَّصَايُفِ سِرَاقِيٍّ وَهَكَذَا، فَإِنَّ طَبَقَاتِ الصَّخْرِ تُنَمَثِّلُ عُصُورًا تَعَاقَبَتْ وَاجْتَدَاهَا بَعْدَ الْآخَرِ. وَهَذَا التَّمَوُّذُ يَحْكِي قِصَّةَ بَحْرِ ضَحْلٍ غَمْرَتُهُ دَلَّتَا نَهْرٍ بِالرُّمْلِ ثُمَّ غَدَا فِي الْمَهَايَةِ صَحْرَاءَ.

## اكتشافات

١٦٥٠ اسطران أشر من إيرلندا يُخَدِّدُ الْعَامَ ١٠٠٤ ق.م. تَارِيخًا لِحَلْقِ الْأَرْضِ.  
١٦٦٩ عَالِمُ الْمَعَادِنِ الْهُولَنْدِيُّ نَقُولَارِسْ سَتِنُو، يَلْحَظُ أَنَّ الصُّخُورَ الرَّسُوبِيَّةَ تَكُونُ فِي الصَّخْرِ وَأَنَّ سَطْحَ الصَّخْرِ دَلَالِي، يَتَعَرَّضُ دَوْمًا.  
١٧٨٨ عَالِمُ الْجِئُولُوجِيِّ الْأَسْكَنْدِينِي، جِيمْسْ هُون، يُقَرِّرُ أَنَّ الصُّخُورَ الرَّسُوبِيَّةَ يَكُونُ بِتَرَسُّبٍ وَتَرَسُّبٍ.  
١٨٣٠-١٨٣٣ الْعَالِمُ الْجِئُولُوجِيُّ الْبَرِيطَانِي، السِّرْ شَارْلْ لَإِيلْ، يَنْشُرُ كِتَابَهُ «مَبَادِي الْجِئُولُوجِيَّة» يَقُولُ فِيهِ إِنَّ الْعَوَامِلَ الْمُؤَثِّرَةَ فِي سَطْحِ الْأَرْضِ حَالًا سَمَ تَقْطَعُ طَوَالَ جَمْعِ مَرَاكِلِ تَارِيخِ الْأَرْضِ.

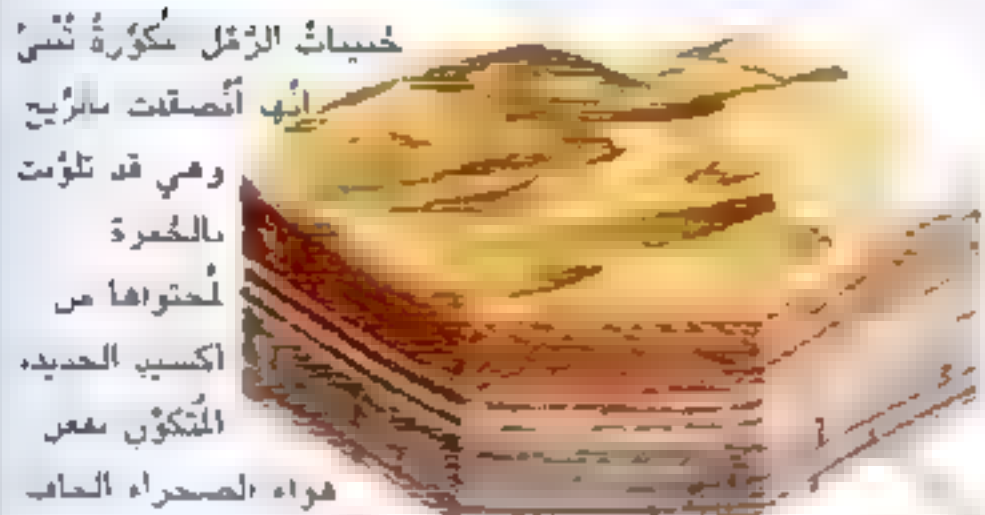
لَقَدْ مَنَعَتْ الصُّخُورُ تَتَوَاجَدُ فِي الْقَاعِ - كَطَلْقَةٍ سَمَكَةٍ مِنَ الْحَجَرِ الْكَلْسِيِّ (كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ) حَافِلَةً بِالْأَحَافِيرِ الضَّخْمَةِ، مِمَّا يُفَسِّرُ أَنَّ الْمَطْلَقَةَ كَانَتْ مَعْمُورَةً بِمِيَاهِ الْبَحْرِ.

## بَيْئَةُ قَاعِ الْبَحْرِ

إِذَا كَانَ الصَّخْرُ دَافِقًا وَصَخْلًا. وَبَيَارَانَهُ وَسَدَةً، سَرَسَتْ كَمَدَائِيَّاتِ مِيَاهِ الْبَحْرِ عَلَى دَعَاهُ، وَبَمَرَحٍ سَدَا الْحَيَوَانَاتُ الَّتِي عَاشَتْ هُنَاكَ.

## الْعَلَامَاتُ النَّبَارِيَّةُ

الطَّبَقَاتُ الْمُتَمَعِّجُ (الْمَعْرُوفُ بِالْعَلَامَاتِ النَّبَارِيَّةِ) فِي صَفْحَةٍ مِنَ الْحَجَرِ رَمْلِيٍّ، يُبَيِّنُ أَنَّ الرُّمْلَ قَدْ تَرَسَّبَ فِي نَهْرٍ، وَأَنَّ شَرَّ الْمُهْرِ الْمُتَعَبِّرِ كَوْنُ «لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ» الرُّمْنَةُ أَسَافَهُ.  
عَلَامَاتُ نَائِرَتِهِ وَاسِعَةُ التَّضَاقُ فِي صُخُورٍ وَيَتَسَّرُ الرُّمْنَةُ فِي مَسَاسِكُنْ، مَبْكَكْرًا.



## البَيْئَةُ الصَّحْرَاوِيَّةُ

هِيَ الصَّحْرَاءُ، سَمِيَّ الرِّبَاحِ الرُّمْلُ مِنْ مَكَانٍ إِلَى آخَرَ لِسَرِّ مَوْقِعٍ فِي كُنْهٍ رَمْلِيٍّ وَتَسْحُجُ قُرُونُ خَسَاتِ الرُّمْلِ بِالْأَحْتِكَالِ فَيُجَدُّ مُحْتَوَاهَا مِنَ الْحَدِيدِ بِأَكْسِيدِ الْهَوَاءِ فَتَشَوُّبُهَا حُمْرَةً مُتَبَيِّنَةً.



## بَيْئَةُ دِلْتَاوِيَّةُ

هِيَ الْمُدَّةُ، نَحْبُتُ رَوْحَ الْمُهْرِ الرُّمْلُ بِالصَّخْرِ، فَمُعْطَى فُرَاتٍ لِحَرِّ الْمَوْحَةِ وَيَكُونُ خَرَزًا تَمُورُ مَوْقِعِ السَّادَاتِ كُنْ هَذِهِ الْجُرُورُ هِيَ جُرُورُ مَوْقِعَةٍ لِأَنَّهَا تَقْمَرُهَا الصَّخْرُ لِأَحْقًا.

الصَّخْرُ الْأَحْدَثُ عَهْدًا هُوَ طَلْقَةٌ سَمَكَةٍ مِنَ الْحَجَرِ الرُّمْلِيِّ الْأَحْمَرِ، وَهَذَا دَلِيلٌ عَلَى بَيْئَةٍ صَحْرَاوِيَّةٍ.

الْحَجَرُ الرُّمْلِيُّ مُتَصَادِفُ النَّطِيقِ وَهَذَا يُعَدُّ مِنْ تَحْرُكَاتِ كُتْلَانِ الرُّمْلِ بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ.

الطَّبَقَاتُ يَتَكُونُ مِنَ الرُّمْلِ، وَالْحَجَرِ الرُّمْلِيِّ مِنَ زَلْزَلَةِ الصَّفَافِ الْبَهْرِيَّةِ، وَالْفَحْمِ الْحَجْرِيِّ مِنَ السَّيَاتَاتِ النَّامِيَّةِ فِي تِلْكَ الصَّفَافِ.

تَتَوَاجَدُ فَوْقَ الْحَجَرِ الْكَلْسِيِّ طَلَقَاتُ رَقِيقَةٍ مِنَ الرُّمْلِ الطَّرِيِّ وَالْحَجَرِ الْكَلْسِيِّ الرَّمَادِيِّ الضَّلْبِيِّ، مَعَ بَعْضِ طَبَقَاتٍ مِنَ الْعَجَمِ الْحَجْرِيِّ.

عِظَامُ دِينُوسُورٍ وَجُدَتْ فِي يُونَا، بِالْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْأَمْرِيكِيَّةِ.



## الْأَحَافِيرُ فِي الصُّخُورِ

بَعْضُ الْحَيَوَانَاتِ لَا يَسْتَطِيعُ الْعَيْشُ إِلَّا فِي أَحْوَابٍ بَيْنِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ. إِنَّ وُجُودَ مِثْلِ هَذِهِ الْأَحَافِيرِ فِي طَلْقَةٍ صَخْرِيَّةٍ يُبَيِّنُ عُلَمَاءَ الْجِئُولُوجِيَّةِ عَنِ الطَّرُوفِ الَّتِي تَكُونُ فِي ذَلِكَ الصَّخْرِ.

عِنْدَمَا تَمُوتُ الْحَيَوَانَاتُ الشَّدِيدِيَّةُ الْمَخْرُوعَةُ تَتَحَكَّمُ أَصْدَاقُهَا عَلَى قَاعِ الْبَحْرِ (أَيُّ لَمْ يَكُنْ هُنَاكَ تَيَّارَاتٌ قَوِيَّةٌ تَجَرُّهَا بَعْدًا) كَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيُومِ الْمَدَاةُ فِي الْمَاءِ تَتَرَسَّبُ كَقَرَارَةٍ مِنَ الْمَلُورَاتِ النَّصْبِ الدَّهِيْمَةِ عَنِ قَاعِ الْبَحْرِ.





## جيمس هثن

كان الاسكتلندي، جيمس هثن (١٧٩٧-١٧٢٦) مؤرخاً جيولوجياً قديماً. فقد نشر في العام ١٧٩٥، كتاباً بعنوان «نظرية في علم الأرض» بين فيه أن معالم الأرض تطورت وتطور على مدى العديد من السنين بفعل تغيرات لا تزال فاعلة في الوقت الحاضر. كما أرتأى أن ليس هناك علامات تدل على بداية الأرض، ولا دلائل مستقلة على نهايتها.

## العصر الطباشيري

استمر العصر الطباشيري من ١٤٦ مليون إلى ٦٥ مليون سنة قبل العصر الحاضر، نشط في الأرض جلاله الرواحف الضخمة، وفي أعماق معظم القارات الحديثة عن كتلة اليابسة الأم (الپانجيا) وغمرت الكثير منها بحار طباشيرية ضخمة.

## العصران الثلاثي والجوراسي

امتد العصران الثلاثي والجوراسي من ٢٥٠ مليون إلى ١٤٦ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وكانت الرواحف قد اخلت بالتطور على الأرض، كما بدأت أم القارات بالصكك وتراجعت الصحارى لتحل محلها الغابات والشتتات.

## العصران الكربوني والبرمي

امتد هذان العصران من ٢٦٣ مليون إلى ٢٥٠ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وفيهما تم نشوء القارات لبنايب كتلة اليابسة الكبرى (الپانجيا أو أم القارات) وبنت العابات (التي كويت الفحم الحالي) في الدلتاوات حول ما تكون من جبال وصحارى.

## العصر الديفوني

دام العصر الديفوني من ٤٠٩ ملايين إلى ٣٦٣ مليون سنة قبل العصر الحاضر. وفيه بدأت القارات بالتحرك بعضها نحو بعض، وظهرت حيوانات اليابسة الأولى كالعشرات والبرمائيات، كما زخرت البحار بالأسماك.

## العصران الأوردوفيسي والسيلوري

امتد هذان العصران من ٥١٠ ملايين إلى ٤٠٩ ملايين سنة قبل العصر الحاضر. وفي ذلك الزمن، ازدهرت الحياة البحرية وظهرت الأسماك الأولى، كما أحدث نباتات اليابسة الأولى نمو حول الشواطئ ومنصات الأنهار.

## لمزيد من المعلومات انظر

النشاط الإشعاعي (الفاعلية الإشعاعية) ص ٢٦  
بنية الأرض ص ٢١٢  
الصخور والمعادن ص ٢٢١  
الاحياء ص ٢٢٥  
التجوية والتحات ص ٢٣٠

## العصر الرابع

الزمن، منذ ١,٦٤ مليون سنة حتى الوقت الحاضر، يدعى العصر الرابع - وخلالها حدث العصر الجليدي وتطور الإنسان (انظر الرسم المقابل)



## العصر الثالث

يرمز الممتد من ٦٥ مليون حتى ١,٦٤ مليون سنة خلت، يدعى عصر ثالث. وخلالها ظهرت اللبونات (الديناصورات) والطيور لتحل محل الديصورات والرواحف الضخمة الأخرى التي انقرضت أو كادت. كما تراجعت العابات لتحل محلها الشهور الغنية وأصبح المناخ أبرد.

## الأزمة الجيولوجية

يمكن توقيت الأحداث في تاريخ الأرض بأحدى طريقتين. الطريقة الأولى والفضلى هي التاريخ الحفاري، حيث يؤقت الحدث قتل أو بقذ حدث آخر. أما الطريقة الأخرى فهي التاريخ المطلق حيث تُقلى الأحداث تواريخ فعلية محددة. لكن التاريخ المطلق عسير جداً، إذ إن جدول الأزمة المحددة هكذا قد يتغير مع كل بنية جديدة تُكتشف.

## عمود جيولوجي

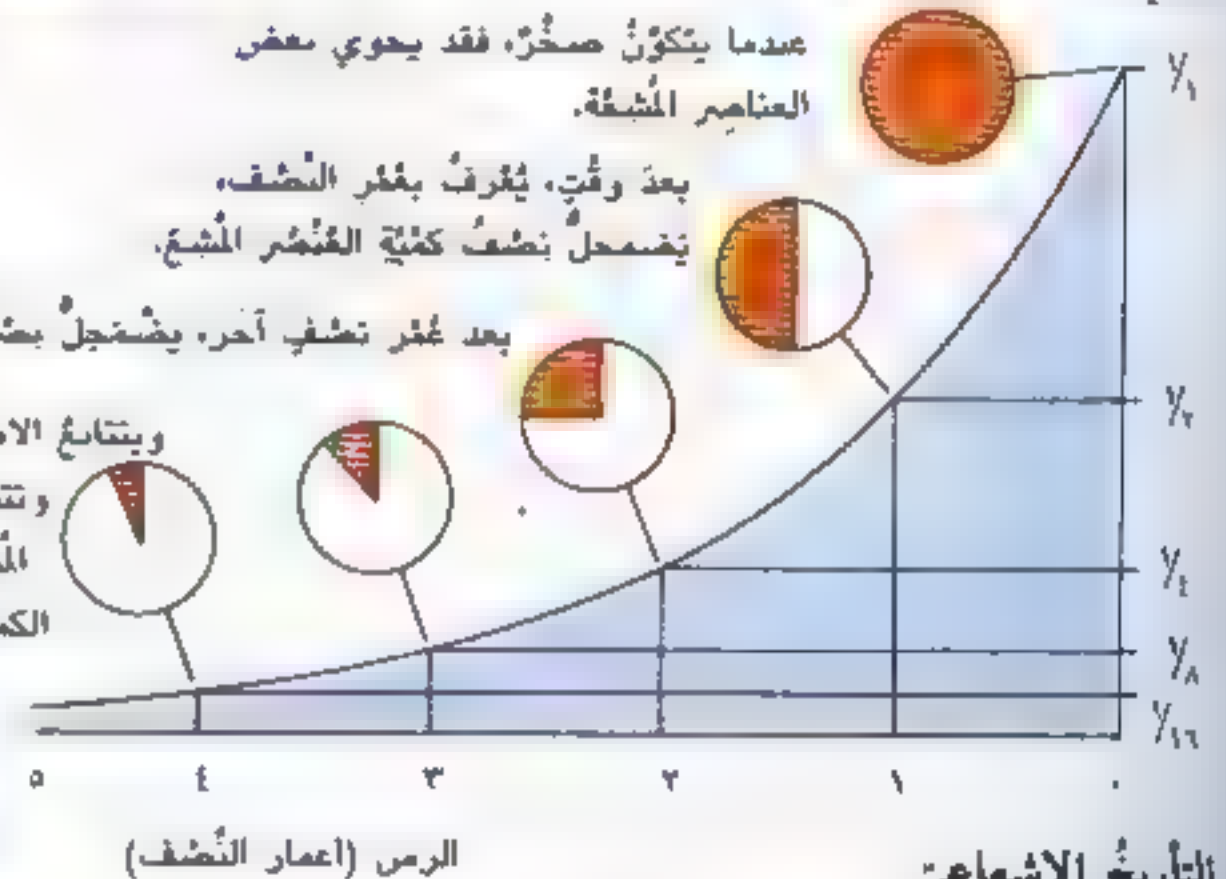
كما نوضح تاريخ البشر نشية العصور بأسماء أحداث مشهورة فيها، كالعصر قبل كولموس، كذلك نقسم الزمن الجيولوجي إلى عصور تقا ل نوع الحياة السائدة في تلك العصور. ونضع هذه العصور مقاً في حقب جيولوجية.

عندما يتكون صخر، فقد يحوي بعض العناصر المشعة.

بعد وقت، يفرد بفقر النصف، فيضمحل نصف كمية العنصر المشع.

بعد عشر نصف آخر، يضمحل نصف الباقي.

ويتناقص الاضمحلال على هذا المثال وتنخفض شيئاً كمية العنصر المشع المتبقية في الصخر. وبقياس تلك الكمية يمكن احتساب عمر الصخر.



## التاريخ الإشعاعي

في معظم الصخور توجد كمية ضئيلة من العناصر المشعة، ومع مرور الزمن، تتفكك هذه إلى عناصر أكثر استقراراً. ولما كان العلماء يعرفون معدل تفككها بالضبط، فإنه يمكن أحسب عمر الصخر من نسبة العنصر المشع المتبقية التي يحتويه. فكلما تصدلت كمية تلك العناصر، يكون الصخر أقدم، وهذا نوع من أنواع التاريخ المطلق.

## العصر الكمبري

امتد العصر الكمبري من ٥٧٠ مليون إلى ٥١٠ ملايين سنة قبل الوقت الحاضر. وفيه لم تكن الحياة قد بدأت على اليابسة، لكن مختلف أنواع الحيوانات البحرية كانت متواجدة، والحيوانات الضلدة المنحار منها هي التي كويت الكثير من أحافير عصرنا الحاضر.

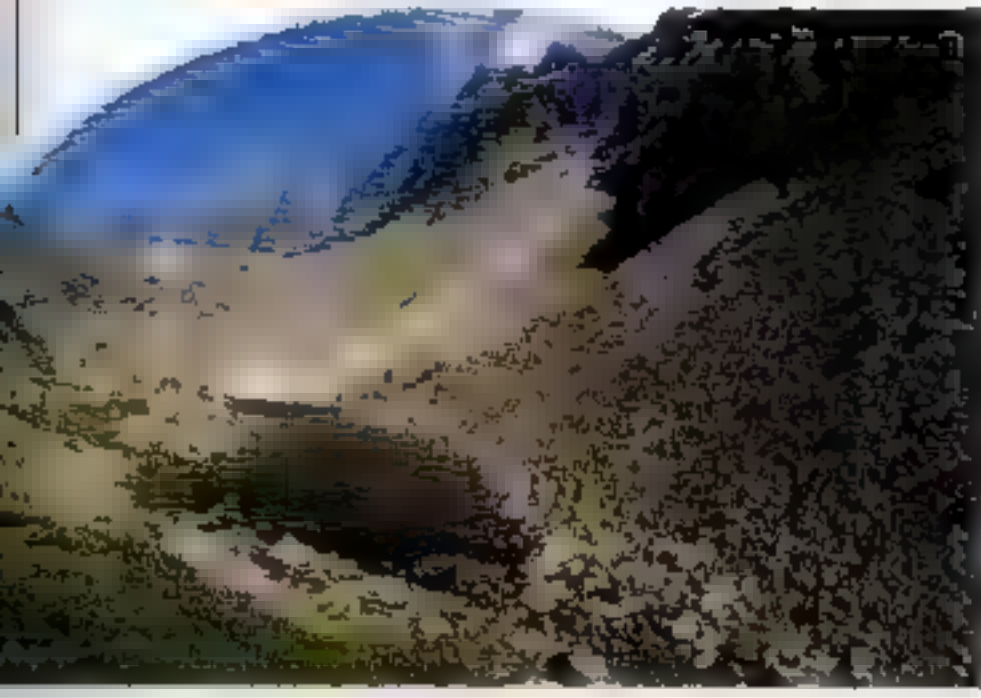
## العصر قبل الكمبري

هذا العصر هو أطول الأزمان الجيولوجية آمداً، إذ يستغرق سعة أزمان تاريخ الأرض حتى ٥٧٠ مليون سنة قبل الوقت الحاضر. وهو يُقسم إلى عصرين: الأزمني الباكر الذي لم تتواجد فيه حياة، وعصر طلائع الأحياء حيث بدأت بعض أشكال الحياة بالظهور.



# الجليد والمثلج

إذا كَبِسَتْ قَبْضَةٌ مِنَ الثَّلْجِ فَإِنَّهَا تَتَماسَكُ وَتَصَلُّتْ - ذَلِكَ لِأَنَّ ضَغْظَ الْيَدِ يُحوِّلُ حُسَيْمَاتِ الثَّلْجِ إِلَى بَلُّورَاتٍ جَلِيدِيَّةٍ. وَيَحْدُثُ الشَّيْءُ نَفْسُهُ عِنْدَمَا تَتَرَاكُمُ كُنُلُ الثَّلْجِ الصَّخْمَةُ بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ، مُحَوِّلَةً الطَّبَقَاتِ التَّحْتِيَّةَ، بِضَغْطِهَا، إِلَى جَلِيدٍ. وَقَدْ يَحْدُثُ هَذَا فِي وَادٍ جَبَلِيٍّ أَوْ سَفْحٍ تُطْلُلُهُ سِلْسِلَةٌ جَلِيدِيَّةٌ، حَيْثُ يَتَرَاكُمُ الثَّلْجُ، دُونَ أَنْصَهَارِهِ، سَنَةً بَعْدَ سَنَةٍ. فَيَكُونُ الثَّلْجُ الْمَصْغُوطُ فِي التَّجَاوِيفِ كِتَلًا جَلِيدِيَّةً، تَتَحَرَّكُ بِطَءٍ نَحْوَ الشُّفُوحِ الْأَخْفَضِ تُعْرَفُ بِالْمِثَالِجِ. وَفِي الْقَارَاتِ الْبَارِدَةِ، يَتَرَاكُمُ الْجَلِيدُ مُكَوَّنًا قَلَانِسَ جَلِيدِيَّةً صَخْمَةً.



ثَحِيرَةٌ عَلَى أَرْتِفَاعِ ١٨٠٠ م فِي وَادِي فُلْكََا سَتُونِيَا، دُولِينَا، بَنَشِيكُوسْلُوفَاكِيَا

## بَعْدَ الْمِثْلَجَةِ

تَنَدُّلُ مِثْلَجَاتِ الْأَوْدِيَةِ ضَعْفًا كَبِيرًا عَلَى قَاعِدَةِ الْوَادِي وَجَوَابِهِ فَتَسْخُلُهَا. وَعِنْدَمَا يَنْصَهَرُ الْجَلِيدُ لَاحِقًا يَبْدُو الْوَادِي نُورِيَّ الشَّكْلِ - عَمُودِيَّ الْجَانِبَيْنِ مُسَطَّحَ الْقَاعِ

## مِثْلَجَةٌ وَدِيَانِيَّةٌ

يَبْدَأُ جَلِيدُ الْمِثْلَجَةِ بِالتَّحَرُّكِ مَلِيَسًا نَظْمِيًّا مُنْطَوِيًّا بِالثَّلْجِ، لِكَيْتِه سُرْعَانِ مَا يَتَصَدَّعُ وَيَتَلَطَّحُ بِحُدُودِ الصَّخُورِ الْمُتَاكِّلِ مِنْ جَوَابِ الْوَادِي. أَمَّا طَرَفُ الْمِثْلَجَةِ السُّفْلِيِّ (أَوْ الْعَظَمِ) فَيَبْدُو أَكْثَرَ انْتِشَاعًا لِأَنَّ بَعْضَ الصَّخُورِ الدَّفِيقَةِ تَطْهَرُ الْآنَ عَلَى السَّطْحِ. كَمَا إِنَّ الْفُجَاعَ وَالْأَنْفَاقَ الَّتِي تَحْفَرُهَا مِيَاهُ الْأَنْصَهَارِ فِي الْجَلِيدِ، تَزِيدُ فِي انْتِشَاعِهِ.

الْوَادِي الْمَغْلَقُ وَادٍ جَانِبِيٍّ صَغِيرٍ مُرْتَفِعٍ بَعْدَ أَنْ تَعْلُقَ الْوَادِي الدَّوْسِيُّ الْأَكْبَرُ

رُكَامٌ جَلِيدِيٌّ طَرَفِيٌّ فَتَقُودُ بَعْدَ تَرَاخُجِ الْمِثْلَجَةِ

تَلْعَةٌ تَلُّ دَلَتَاوِي كُؤُتَ مِيَاهُ الْأَنْصَهَارِ

الْمِثْلَجَةُ تَنْسَلُكُ إِلَى الْبَحْرِ

رُكَامُ التَّنْزِيرَةِ وَالشَّجَرِ يَبْقَى عَلَى السَّطْحِ بَعْدَ أَنْصَهَارِ الْجَلِيدِ

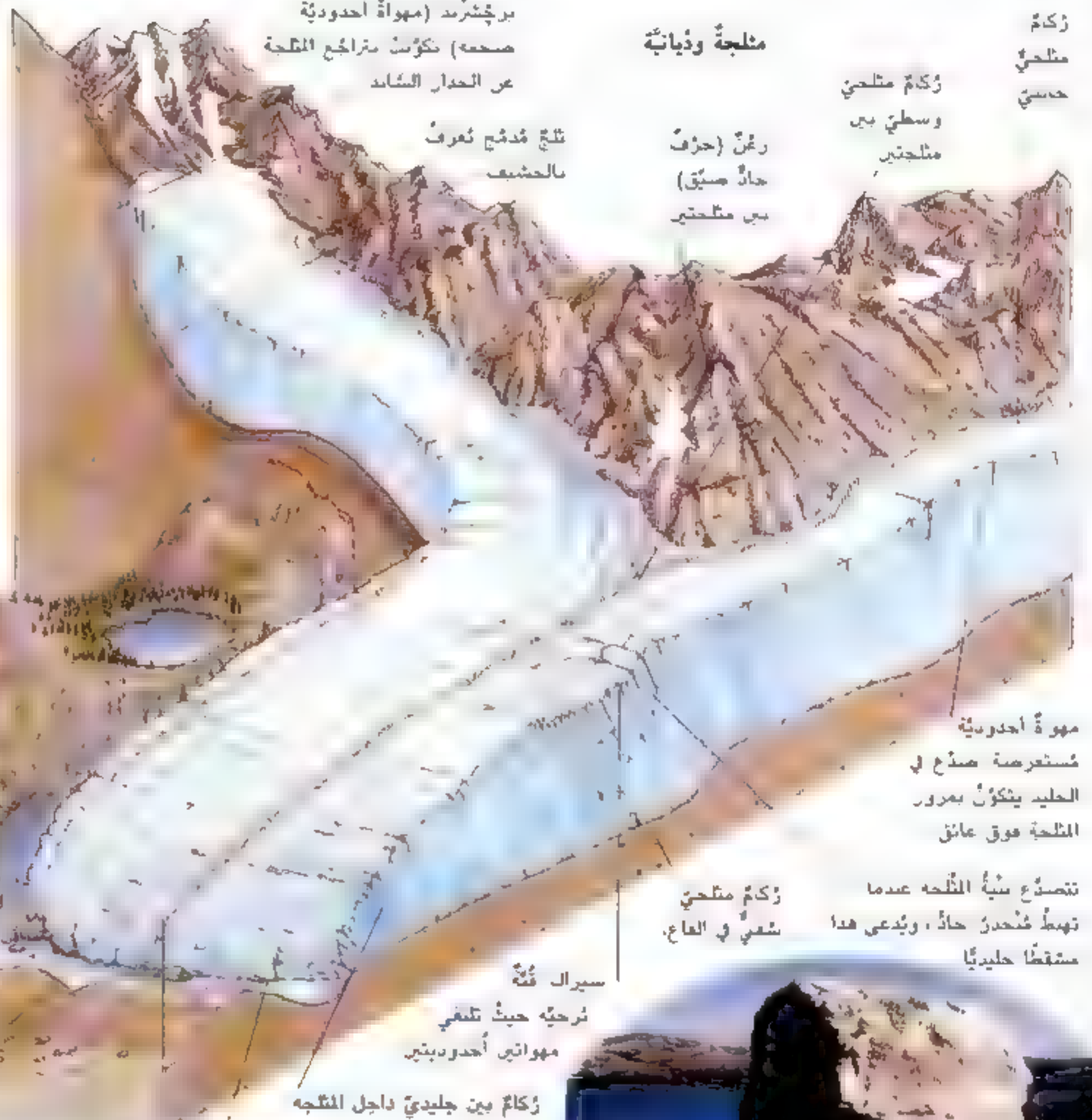
كَهْفٌ جَلِيدِيٌّ تَأْكُلُ مِيَاهُ الْأَنْصَهَارِ

هَذَا الْخَلْمُودُ حُلْفَتُهُ مِثْلَجَةٌ فِي شَرْقِيٍّ جُورْنِيلَسْ

نَحْرُكَاتٌ

الْأَمَاجِ وَالْمَدَّ وَالْخَزَرُ تُصَدِّعُ حُطَمَ الْمِثْلَجَةِ

الْمِثْلَجَةُ "تَفْرُخُ" حِذَا جَلِيدِيَّا



## الْأَنْقَاضُ الْجَلِيدِيَّةُ

أَسْوَادُ الصَّحْرَاءِ الَّتِي يَسْطُرُهَا الْمِثْلَجَاتُ وَنَحْمَلُهَا مَعَهَا نَمُ تَحْمِلُهَا مَالَا أَنْصَهَرَ رُكَامٌ جَلِيدِيٌّ. وَهَذَا يَحْوِي الرُّكَامَ كُؤُتًا مِنَ الطَّيْرِ أَوْ جَلَامِيذَ صَخْمَةٍ كَانَتْ قَدْ حُجِمَتْ لِعَذْبَةِ أَمْيَارٍ إِنَّ مُعْظَمَ طَبَقَةِ الْأَرْضِ فِي نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيَّةِ قَدْ تَشَكَّلَتْ مِنْ لُكُمِ الْجَلِيدِيَّةِ، الَّتِي خَلَفَتْهَا الْمِثْلَجَاتُ بَعْدَ الْعَصْرِ الْجَلِيدِيِّ.

## جِبَالُ الْجَلِيدِ فِي نِصْفِ الْكَرَةِ الشَّمَالِيَّةِ

عِنْدَمَا يَصِلُ الْمِثْلَجَةُ إِلَى الْبَحْرِ، حَاصَّةٌ عَلَى أَمْتَدِّ سَوَاحِلِ جُورْنِيلَسْ، يُمَاوِجُهَا الْمَدُّ وَالْحَرُّ وَالْأَمَاجُ ضَعُوفًا وَمِهْوَاتٌ فَتَصَدِّعُ (وَتَتَوَزَّعُ) فِيهَا فَتَقْطَعُ صَخْمَةً بَعِيدًا كَحَالِ جَلِيدِيَّةٍ



## العصور الجليدية

في أزمنة معينة من تاريخ الأرض، تشتد برودة المناخ وتعم الأرض غطاء جليدي شاسع. وتعرف هذه الأزمنة بالعصور الجليدية. وقد بدأ أحدثها منذ ١,٦ مليون سنة وأنهى منذ ٢٠,٠٠٠ سنة. وكانت قد حدثت عصور جليدية أخرى سابقاً - منها أربعة في عصور ما قبل الكمبري وواحد في العصر الأردوفيسي وآخر في أواخر لعصر الطباشيري وأوائل لعصر البرمي.

## لويس أجاميز

كان السويسري، لويس أجاميز، أول من أدرك حدوث عصور جليدية سابقاً فقد لاحظ أن بعض معالم طبيعة الأرض في سويسرا قد كونتها المثلح ثم شاهد معالم مماثلة في اسكتلندا حيث لا تتواجد مثلح حالياً فاستنتج أن اسكتلندا كانت مغطاة بالجليد في زمن ما سابق.

لويس أجاميز (١٨٠٧-١٨٧٣)

## غطاء جليدي

في أقصى الشمال وأقصى الجنوب، تراكمت المثلح فوق مناطق قارية مشككة أغصية، أو قلاص جليدية، تتحرك نحو الخارج لا نحو الشقوق كمثالج الأودية والقطبان الجليديان الرئيسيان هما القلنسة الجليدية في القطب الجنوبي والقلنسة الجليدية في جرينلند. وهما يؤلمان ٩٠ في المئة من مياه الأرض العذبة، علماً أن الثلوج في وسط القارة ستأخذ طريقها في نهاية المطاف إلى الحافة كجليد.

جبل بارد من الغطاء الجليدي كدورة صحريّة مغلقة

صخر عاب من الجليد يجعل الرياح الشائعة

ركام جليدي تحمله جبال الجليد مسافة شاسعة وتسقطه على قاع البحر

ورث الجليد الذي يتركه الذو والخور ينقش حُرّةاً ههنا من طاقة المدّ العالمية.

جبال جليدية عريضة مسطحة القمم

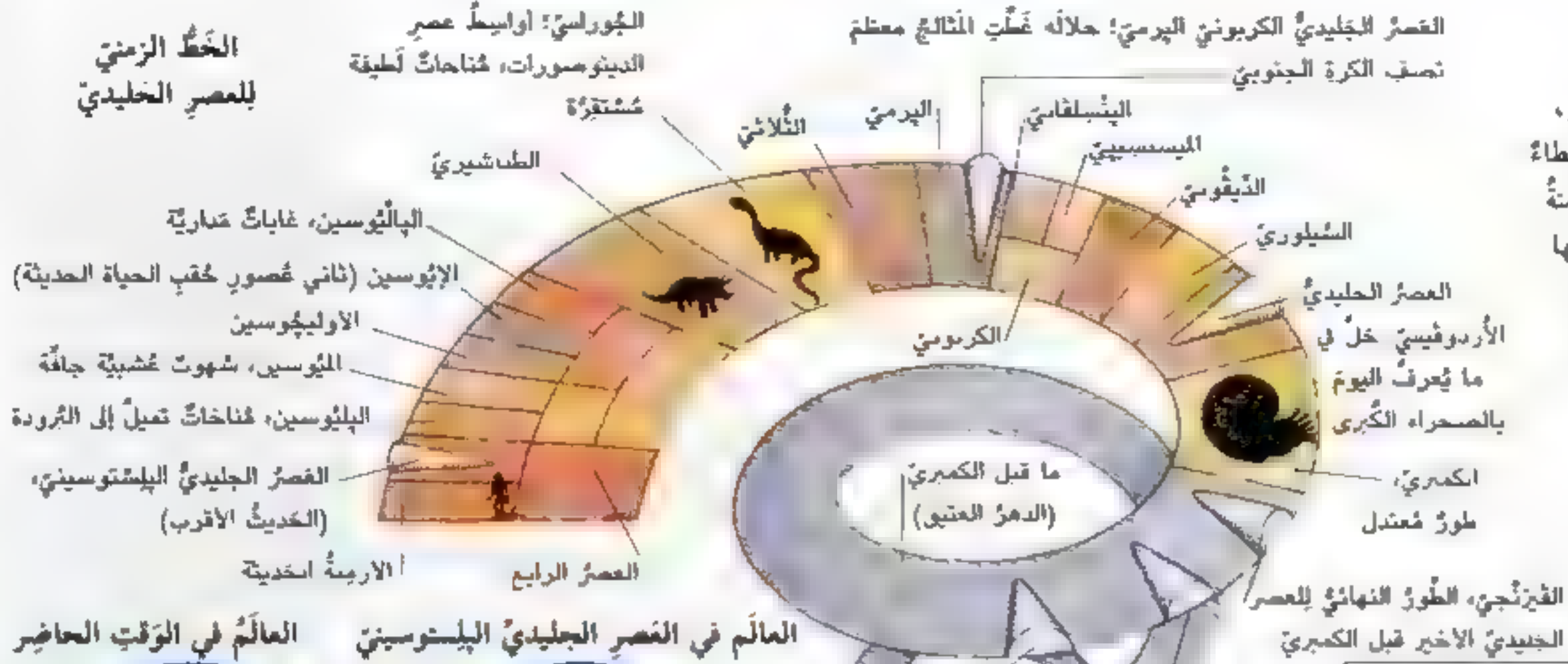
## جبال الجليد في نصف الكرة الجنوبي

جبال الجليد في المحيط الجنوبي المنصبة من الارصه الجليدية للقارة القطبية عريضة ومسطحة وقد يبلغ طولها عدة مئات من الكيلومترات وتنفى عدة سنوات قبل أن تنصهر. وعالماً ما يحري تشعها بالسوايل للمساعدة في تشكيل صورة عن محيطات العالم

غطاء جليدي مسيخ مستقر يرحف ببطء نحو البحر

العصر الجليدي الكربوني البرمي؛ حاله غطت المثلح معظم نصف الكرة الجنوبي

## الخطة الزمنية للعصر الجليدي



العالم في العصر الجليدي البليستوسيني العالم في الوقت الحاضر

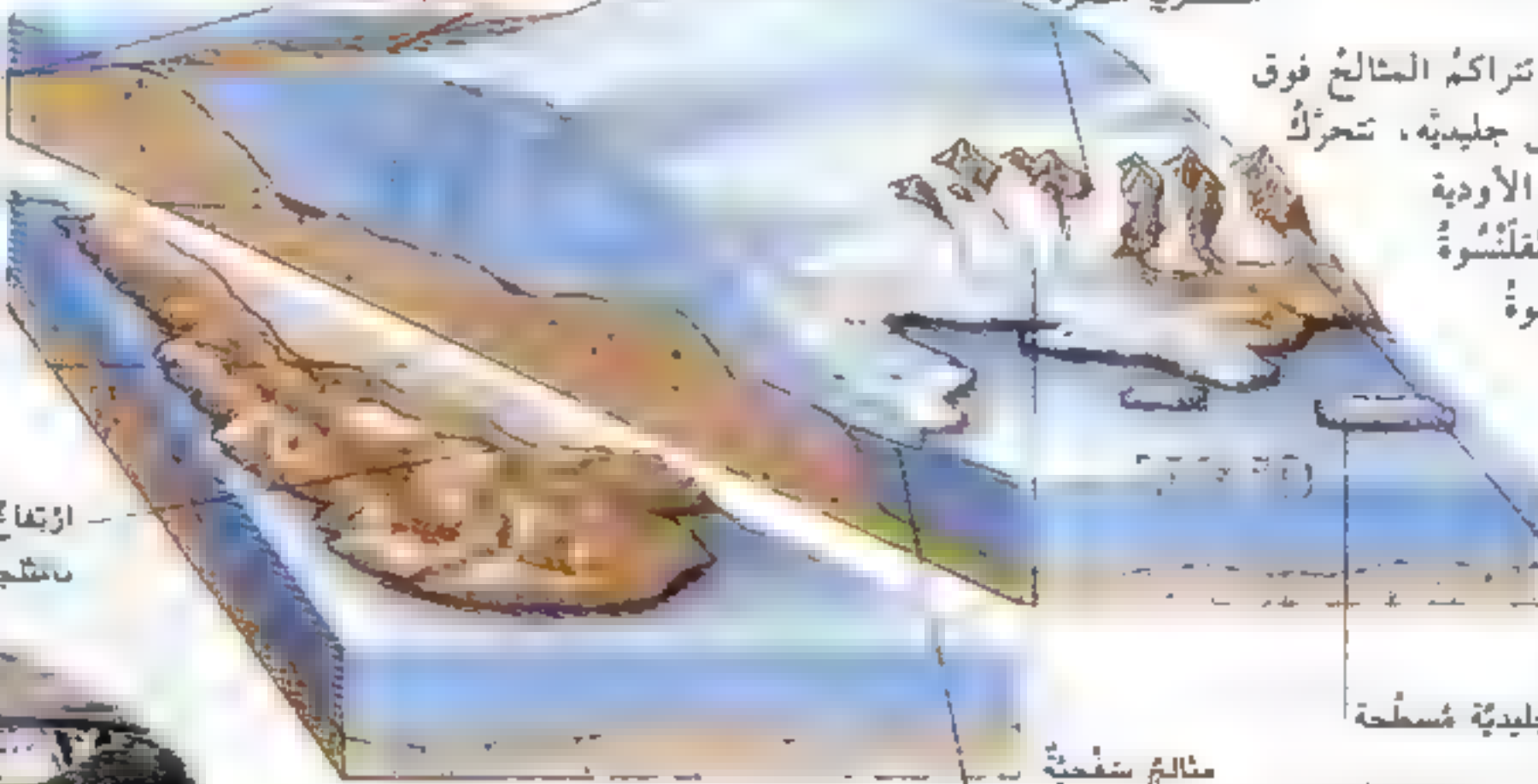


العصر الجليدي البليستوسيني كان عديم الانظام جداً. فقد تقدّمت خلاله المثلح ثم تراجعت بعد بضعة آلاف من السنين، مُفسحة المجال لحفرة بين جليدية ذات شاح أذفاً يسيباً من شاح وقتنا الحاضر. وقد تكررت هذه الدورة (تقدماً وأجساراً) ٢٠ مرة خلال الـ ١,٦ مليون سنة من العصر الجليدي. ولعلها لما تنوّ، فقد تكون حالياً في فترة بين جليدية أخرى

## قلنسة جليدية

تتكوّن مثلح الأودية عند تحرك القلاص الجليدية بين الذرى الصحريّة المغلقة

جداول مياه الانصهار



## القلنسة الجليدية

قد يغمر سطح القلنسة المكتنح بالرياح أكثر من كيلومتر فوق صخر الأديم. ففي القارة القطبية الجنوبية بسطّ حوالي ١٥ سم من الثلج فقط في السنة، نكبها كلّها في نهاية المطاف تصمط جيّداً

أشعة الرياح الشائعة تحيرت بالضعف

ارتفاع الأرض بدون الثلجة

ارتفاع الأرض بالثلجة

## لمزيد من المعلومات انظر

- الضبط ص ١٢٧
- الطقو والقزم ص ١٢٩
- التجوية والتحات ص ٢٣٠
- الأنهار ص ٢٣٣
- البحار والمحيطات ص ٢٣٤
- حقائق ومعلومات ص ٤١٤



# التَّجْوِيَّةُ وَالتَّحَاتُّ

يَتَغَيَّرُ سَطْحُ الْأَرْضِ بِاسْتِمْرَارٍ. فَتَحْرُكَاتُ الْكُتْلِ الصَّفَائِحِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ تَرْفَعُ الْجِبَالَ وَتَبْنِي الْقَارَاتِ. وَفِي الْوَقْتِ نَفْسِهِ تَتَأَكَّلُ هَذِهِ السُّطُوحُ الْجَدِيدَةُ ثَابِتَةً فَيَبْلَى وَتَتَفَتَّتْ فِي عَمَلِيَّةِ التَّعْرِيةِ وَالتَّحَاتِّ الَّتِي تَنْسَبُّ بِهَا عَوَامِلُ طَبِيعِيَّةٌ عَدِيدَةٌ. أَهْمُهَا عَامِلُ الطَّقْسِ. هُنَالِكَ نَوْعَانِ مِنَ التَّجْوِيَّةِ - طَبِيعِيٌّ وَكِيمَاوِيٌّ. فَالتَّجْوِيَّةُ الطَّبِيعِيَّةُ تَتَمَثَّلُ فِي كَسْحِ الرِّيحِ، وَجَزْفِ الْأَمْطَارِ، وَشَدِّ الْجَاذِبِيَّةِ. أَمَّا التَّجْوِيَّةُ الْكِيمَاوِيَّةُ فَتَتَمَثَّلُ بِفَعْلِ أَحْمَاضِ مِيَاهِ الْمَطَرِ فِي إِذَابَةِ الصُّحُورِ.

انزياح التجوية والتحات في الصحور

## الجبال الميحادية

التلال المذورة المنتشرة في المناطق الجافة، كالأونوزو (صحور أيزر) بأستونيا، حيث قد تكونت بالتجوية الطبيعية والكيمائية، ويعرف واحد منها بالمسعاد (سليج) فاسطر على ملته ينحرف طعنت الصخر السطحية. وتوالي لمدد والنمصر يومياً في النهارات الحارة ولبالي لارده لشفقة وينفثها

يتساقط  
الصحور  
طبقة طبقة،  
ويعرف هذا  
بالتجوية التفتيرية.

صحور مسطحة  
تعرف بالروجر  
مواحدة في  
بوناكايكي، الحورية  
الحيوية، ميوريلدا

## تأثيرات التفتيرية

التربة الصحراوية مربع من التراب الداعم والزمن واحصى لحشة بذرو الرياح لمرود الدفقة تاركة لحصى اشقة التي تشكل لاحد قشرة مغطاة توقف عملية التحات.

## الاعمدة الطبلية الارضية (الروجن)

الزمن الذي تذروه الرياح يستحدث بالصحور المكشوفة يشقه الزمن الى اشكال غريبة فلسة صلبة. يتحدث معظم التحات بالقراب من سطح الارض فيكون خرقا مغطاة وس صخرة مغطاة كالاعمدة الطبلية تدعى روجن

يتحد العمود  
الصحري بالحث  
شكلا كقطر عيش  
القراب

يشير الشهم الى اتجاه هبوب الرياح

تشير الاسهم الى مدى ارتفاع الزمن بذرو الرياح وإلى اتجاه ارتحاله.

## الرياح الصحراوية

الزمن الذي تسميه الرياح هو أعظم القوى التفتيرية في الصحراء. إن تذرة النبات في المناطق الصحراوية تحرم التربة تماسكها بشكات الجذور، إضافة إلى عدم وجود ما يكفي من الرطوبة لتلاصق الحبيبات بعضها مع بعض. لذا تحمل الرياح الرمال السائنة وتدومها في العواصف الرملية، فتشغ بها الصحور وتحتها رملا يستحدم في حث جديد.

الرياح القوية تشغ  
الحصاة من احد  
حواسها

بأصوات ذلك الحاصب يختل  
توارر الحصاة عسقل

تدخج الحصاة  
يعرض سطحها  
حديثا منها لشفق

## خصى ثلاثية القرن

الخصى المنتشرة على سطح الارض تنلف سلفا رطب شديدا، يحث احد حواس الحصاة بسرعة فيختل تواررها وتميل ليعرض وجه آخر منها للشفق الرطب. فتنص الحصاة أخيرا صلبة السطوح ثلاثية القرن في لعاب وتبين الخصى الأكبر على الشواطى أو في قيعان الأنهار الحافة هذه الظاهرة بوضوح

## صحور نظرية الشكل

تتفرق حبيبات الرمل ككرة عادة بالرياح الغربية من سطح الارض لتبقى وشجة لعمية الظفر هذه يحصل معظم التحات فيمن قرابة متر واحد من سطح الارض هلفت لرجية العاليه تحث قربا من قاعدتها فقط، فتجد شكلا مغطا كقطر عيش القراب، وتدعى روجن

الحصاة الداتجة  
دات عدة اوجج  
سطحية صلبة.









# أنواع التربة

إذا تطلعت إلى مظهر طبيعي ترى عادة أعشاباً ونباتات وأشجاراً، وهذه لا حياة لها بدون تربة. والتربة خليط مُعَقَّد من المواد الصخرية الحديثة والمُنْحَتَّة، والمعادن المُذابة والمُعَادِ تَرَسُّبُهَا، مع بقايا الكائنات الحيَّة التي عاشت فيما مَضَى. هذه المَقَوِّمَاتُ تَمْتَزِجُ معاً بِحَفْرِ الحيوانات الجائِرة، وضَعُطِ جُذُورِ النبات، وتَحَرُّكَاتِ المياه الجوفية. إنَّ نوعَ التربة وتركيبها الكيماوي وطبيعة أصلها العُضُويَّ عَوَامِلُ مُهِمَّةٌ جَدًّا لِلزراعة، وبالتالي لحياتنا وعِيشِ مختلف الحيوانات. هنالك أنواعٌ عديدةٌ من التربة، تَبَايُنُ من جُزءٍ إلى آخر في الأرض تَبَعاً لِلْمَناخِ والبيئة.

انفصال تربة ثقيلة  
لا تُصَرَّفُ الماء  
والصَّلصال الرُّطْبُ  
يرجع ولذا وقد يحوي  
مُغذيات كثيرة



التربة الداكنة اللون، تحوي  
بشيرة كبيرة من الدبال المتولّد  
من الانحلال الجُزئي لنباتات  
المُسْتَقْعَات، وتعمل التربة  
الخشنة إلى الاحتفاظ بالماء



التربة الزمليّة خفيفة، تُصَرَّفُ الماء  
سهولة وهي تحوي كمية قليلة  
من المواد العضوية، لذا فهي قليلة  
الحطب



عامة ديمية كثيفة  
في غروبها



مظهر طبيعي في  
القطب الشمالي



التربة الطباشيرية  
رقيقة حصوية  
تُصَرَّفُ الماء بسرعة،  
لذا يسهل مُحْوَاها  
العضوي بسرعة،  
فلا يبقى فيها إلا القليل من الدبال



## سماكة التربة

يعتمد غنى التربة على عوامل متعددة، كوجود  
مُحَلِّدٍ مثلاً تُخْتَرَفُ فيه التربة المُتَكَوِّنة  
بأسمرار، وعلى طبيعة صخر الأديم. فالحجر  
الكلسي، مثلاً، يَنْحَتُ بسهولة أكثر من الحجر  
الرَّمْلِيّ، فَتَكُونُ بالتالي مُتَحَاتٍ الحَلَائِيَّةُ أَكْثَرُ  
كثراً عابلي المُنَاخِ والتجوية هما الأهم  
والأشدُّ أثراً



رُخْفُ التربة على قِلال شيلتون، بإنكلترا

المُنَاخِ الحار الرُّطْبُ تحوي جسر القاعدة  
تعمل التربة القطبية إلى الرقة  
تتكوّن تربة سمكة عينة بالمواد السائبة

## رُخْفُ التربة

تتحرّك تربة المُتَحَدِّدِ تَدْرِجاً جَسَماً حَسَبَ ما بحر الأسفل  
فما يُسَمَّى رُخْفُ التربة وعاء ما تكون  
جُسيما التربة مُتَرَابطة بعضها مع  
بعض بواسطة جذور الأعشاب  
مُكَوِّنة ألواح حاسّة فتتحرّك هذه  
أرولاً في مِلْسَمٍ من نسي الحُدْرَجَةِ  
أو المصطط - يستحدثها عادة  
الحيوانات الرُاعِيَّةُ من غنم  
وأبقار، فتزيد من سرعة  
التحدّث

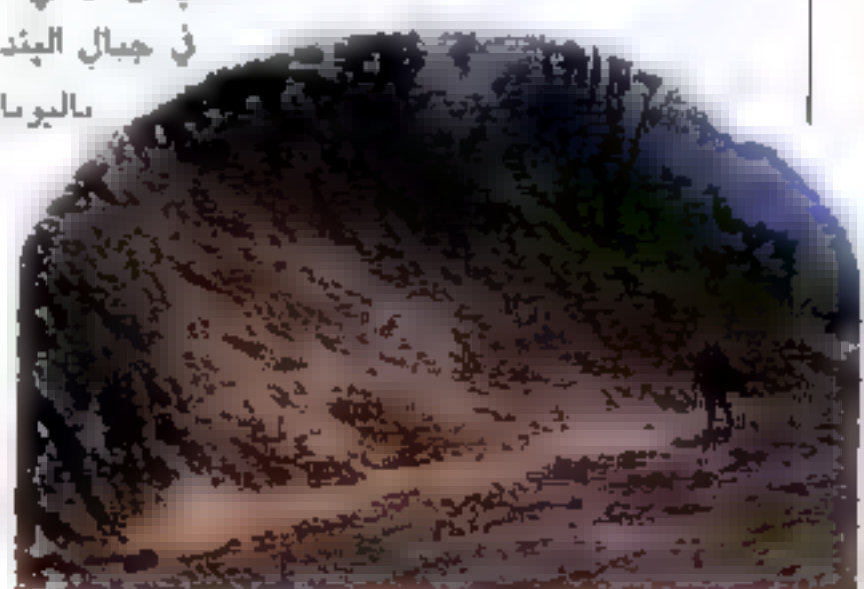
تتصدّع الطبقة  
تتحول التربة  
الحديثة



## رُخْفُ التربة في المُتَحَدِّدَاتِ

رُخْفُ التربة يربط أطراف  
طبقات الصخر المكشوفة

انزلاق أرضي صغير  
في جبال الهندوس،  
بالنيبال



## المُتَحَدِّدَاتِ

تتحرّك التربة  
المُتَحَدِّدَاتِ عَمْرُ مُشْتَبِهٍ لأن حاديتها  
الأرض تشد ما يتجمّع عليها إلى أسفل  
وأي تغيير في التربة ينعكس على المظهر  
أو التمدد بالتشرب والانتفاخ يربط من هذا  
استحراك أرولاً بحر أسفل المُتَحَدِّدِ  
وسبجة لذلك تتعرّض لإنشاءات  
الاصطناعية على المُتَحَدِّدَاتِ إلى  
المباني، وتتشوّه شكلُ البنايات النامية

## تتحرّك التربة

المُتَحَدِّدَاتِ إلى  
السفوح

الاشجار المائلة  
تعاود النمو عمودياً،  
مستقرين جذورهم إلى أعلى

الجدران وأعمدة التلغراف والإنشاءات  
الاصطناعية الأخرى تعمل تدريجاً ثم تنهار

الجدران وأعمدة التلغراف والإنشاءات  
الاصطناعية الأخرى تعمل تدريجاً ثم تنهار

## لمزيد من المعلومات انظر

- الكيمياء العضوية ص ٤١
- لصخور ومعادن ص ٢٢١
- الأحافير ص ٢٢٥
- التجوية والتآكل ص ٢٣٠
- المناخ ص ٢٤٤



# الأنهار

الأمطار المتساقطة تكون بركًا وغدرانًا، أو تتوَّج في الأرض ثم تتَجَرُّ بِتَابِعٍ تنساب في الأودية والتجاويف مكونة جداول وأنهارًا تصب في البحر. الماء الجاري يسهم في تشكيل صفحة الأرض؛ فيحُثُّ صخور الجبال ويُسبب الحثات مُجَدِّدًا قُرارات فوق السهول والمنخفضات، ومن ثم تاليًا إلى قاع البحر. توجد معظم أنهار العالم الكبرى في المناطق المدارية حيث تتوافر عادةً مصادر دائمة للمياه بسبب غزارة الأمطار.



فيضان في بنغلاديش تحمل مياه النهر الحشيمات وصابية ثلوثها.

## الفيضان

لأنهار مهمة ليس كإحدى وسائل النقل، وكمصادر لمياه الشرب والصناعة وري المروجاب؛ لكنها قد تشكل خطرًا داهيًا يهدد أرواحهم وأرواحهم، إذ يسبب تزايد الأمطار المفاجئ فيضانات يدمر القرى والمدن المشددة على ضفاف الأنهار.

## تكون الأنهار المرحلة الأولى

### النشأ

#### رايد

حايق، بشكل الرقم ٧، تعشق واديه الصنوق بسفح الشديد لاندفاع النهر شاقًا طريقه نحو الأسفل

شلالات وعنادل تتكوّن بمرور نهر فوق طبقات صخرية أصلد.

برك عميقة تنحدر في قاع النهر ملحق المياه الدائمة والحجارة المتقشرة عبر امتداد القاع

## المرحلة الثانية

سهل مفيض يتكوّن من ترسب قُرارات المرحلة الأولى. ويحدث معظم لترسب انشاء تعصبات

## مراحل في مجرى النهر

تلاحظ في مجرى النهر ثلاث مراحل. في مرحلته الأولى يتدفق النهر بسرعة، شاقًا مساره عميقًا في المجرى، وحاميلاً معه شتى الانقاض والحثات الصخرية في المرحلة الثانية، يتباطأ النهر فيرسب قُراراته، وينتج لحت في مجراه. في مرحلته الثالثة، تنحدر قوى النهر بظرح كامل حمولته من الانقاض عند مصبه في البحر.

الزئ في كوحب زئلي بإحدى جُرب الكماري



## الزئ

نحنا برزوع ماء لتسور وكثيرًا ما تُفسى مياه الأنهار سقي المروجاب في نظام ري معين وقد عرفت أنظمة الري المعقدة على ضفاف الأنهر منذ الحضارات الأولى في مصر القديمة على ضفاف النيل

## القدرة الكهربائية

لقد استُخدمت طاقة المياه المتدفقة عبر التاريخ. فبما مَضَى كانت البواعير تدبر المكابس لإطحن الحبوب وتشغيل الآوال وفي وقتنا الحاضر، تُسخّر مياه السدود في تسير الترسبات لإتولد الكهرباء لمختلف احتياجات السكان. محطة قدرة كهربائية على سد شاشتا في رديع، كاليفورنيا، بالولايات المتحدة



## الحثات بالشلالات

ينحدر الحيد لاجفًا، وينحوّل الشلال إلى جُنْدَل (قطاع من النهر مُضطرب سريع المجرى).

حيث من صخر أصلد موقع الشلال قبل الإحناات

تمتدح النهر هو أسطاف مؤقتة في مجراه يتغير موقعه بالحث من جهة الخارج والترسب في جهة الداخل

لحمل القُرارة المترسبة بعيدًا عن بركة المسقط.

## مسقط الماء (الشلال)

يتكوّن شلال عندما يتدفق ماء اسهر من فوق حيد صخري صلدًا فيفعل سقوط الماء على حث بركة المسقط في أسفل الحيد لا تلبث أن تُفوس أساسه، فينهز الحيد ويتكوّن شلال جديد عند حيد الصخر المُكشِب تاليًا.

## بركة المسقط

المصاطب النهرية هي بقايا سهول فيضانية قديمة تكوّنت حين كانت الأرض أعلى.

بتمتدح النهر حيدة ودهانا حائًا الغلال المُحِبطة حلقه.

## المرحلة الثالثة

تمتدح المجرى اسقطاع يشكّل بحيرة فوسية.

الشط هو ضفة من القُرارات المترسبة على امتداد قاع النهر وجانبته.

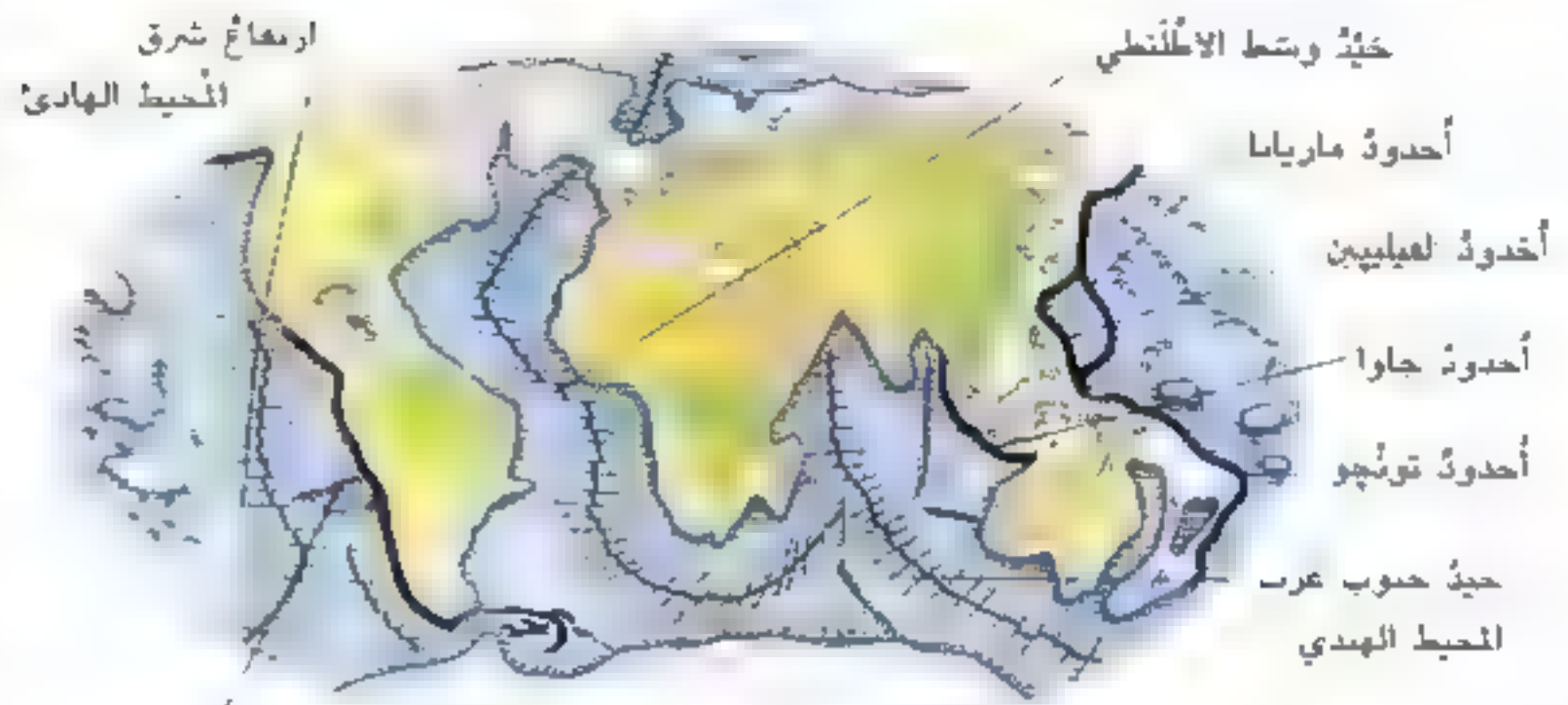
## لمزيد من المعلومات انظر

- الماء: مُعالجته وصداغته ص ٨٣
- المؤلدات ص ١٥٩
- التجوية والحثات ص ٢٣٠
- خط الساحل ص ٢٣٦
- المطر ص ٢٦٤



# البحار والمحيطات

خارطة الخيود والأخاديد المحيطية في العالم



عميقاً تحت أمواج البحار والمحيطات قيعانٌ تُغطّي قرابة ثلثي سطح الأرض؛ وفيها سلاسلٌ جبليةٌ وأخاديدٌ عميقةٌ وسهولٌ فسيحةٌ شاسعةٌ لا يمكنُنا مشاهدتها إلا باستخدام أجهزةٍ علميةٍ معقدة. إنّ نمط الأرض في قاع المحيط سببه التحركات الأرضية الكبرى المعروفة جيولوجياً بتكتونية الكتل الصفائحية؛ إذ إنّ خيود المحيطات الضخمة ترتفع عندما تتكوّن الكتل الصفائحية العظيمة على سطح الأرض؛ كما تتكوّن الأخاديد الكبيرة تحت الماء عندما تُسْفَط كتلة صفائح تحت أخرى وتختفي.

أحدود بيرز وشيني  
قوس حريدي  
براكين على امتداد  
أحدود محيطي

أحدود محيطي الأطلسي والهندي

خارطة قيعان البحار

كست قيعان المحيطات لغراً مُعلفاً قبل بضعة عقود من السنين، لكن في الستينيات من القرن العشرين، اخترع العلماء آلات تستطيع تصوير أشكال الأرض من بُعد. وقد استحدثت هذه الصور المُتَبَيَّنَةُ بُعدياً في رسم خرائط قيعان البحار

سُمِّكَتْ سِيلاكَتْ (المُخَوَّفَةُ الاشواك) في مياه بحر القمر



سِيلاكَتْ

تُجَوِّثُ أعماق المحيطات الشحيحة مخلوقاتٌ غريبة، كسُمِّكَتْ السِيلاكَتْ التي كان يظنُّ العلماء أنها انقرضت منذ ٢٠٠ مليون سنة، لكن في عام ١٩٣٨، التقطت إحداها في مياه المحيط قُبالة مَدَغَشْقَر ولا يزال يُلتَقَطُ بعضها حتى اليوم. إنّ الفناء في أعماق المحيطات، حيث الأحوال المعيشية لا تتغير كثيراً، أهدر لهذه الحيوانات القديمة

بيئة المياه الحارة

تُفَقِّقُ على أمداد الخيود المحيطية مياهٌ تركابية حارةٌ غنيةٌ بالكيمياءات. هذه المياه تحتدب الكثير، وقد تطوّر فيها حيواناتٌ تعتذي بالكثير، وكذلك حيواناتٌ أخرى تأكل هذه الحيوانات وتعيش في هذه البيئة المُطْلَمَة العميقة كائناتٌ لم تَرُ نوراً لشمسٍ مُطلقاً - كهذه البشريات والرخويات في جُزُر جَلا باغوس.



جبال تحت البحر

سهل عوري سحيق - اقتداد  
صحم لقاع بحري مُنْبَسَط

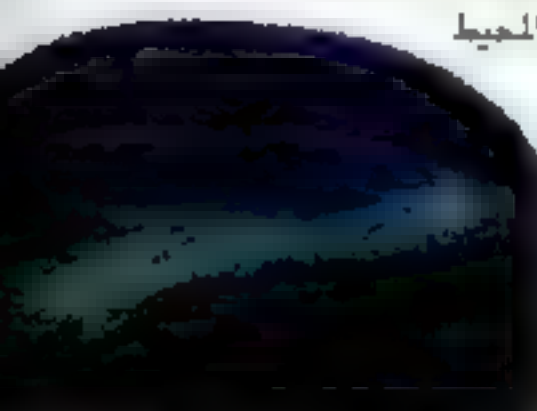
مُحَدَّر قارّي - حرف  
الرّصيف القارّي

رصيف قارّي - احراف  
القاربات تحت الماء

القسم الأسفل  
من المُطَوَّل يُبَيِّن  
الارتفاعات  
والأعماق  
بمقياسها  
استثنائي  
احقيقي

جريدة مرجانية خَلْفِيَّة (اثول)

في ملديف بالمحيط الهندي



عندما تُحَنَمِي بحريّة تحت أمواج البحر، تُحَلَفْ جريدة مرجانية خَلْفِيَّة تتوسّطها بحيرة صَحْلَة

تبدأ الشُعْبُ المَرَجَانِيّ فإذا عاصبت الحريّة في الماء، يُتَأَمَّج بالهَمُّ في المياه الصَحْلَة المرجانُ نُفُوهُ مُشَكَّلًا حَاجِزًا حَوْلَ جزيرةٍ عَدَارِيَّة. قَرَجَانِيًّا مُفَصَّلًا عن الجزيرة.

الشُعَابُ المَرَجَانِيَّة

بنو المرجان فقط حيث المياه ضامرة دَبيّة وصَحْبَة؛ كما هي الحال في شواطئ الجُزُر المدارة مثلاً يُكوّنُ النُصْصِيّ المَرَجَانِيّ صدقةً كَلَسِيَّةً تتصامُ مع أحر مُشَكَّلَة أساساً وطليلاً لهُمُ المريد من المرجان. وهذه الطريقة تراكُم، مُقَارَة سطح الماء، أَرْضَة شَامِيَّة تُدْعَى شُعَابًا مَرَجَانِيَّة.

لمزيد من المعلومات انظر

كيمياء الماء ص ٧٥  
سنة الأرض ص ٢١٢  
الصحور والمعادن ص ٢٢١  
الأمواج والمدّ والجُزُر والنّيارات ص ٢٣٥



# الأمواج والمدّ (المدّ والجزر) والتيّارات

المُحيطات لا تهدأ أبداً؛ فالريّاح المحليّة تدفع سطح البحر أمواجاً تُلَاطِمُ الشاطئ. والمدّ يُجتاحُ المرافئ جَيئةً وذهاباً مرّتين كلَّ يومٍ. بفعل جاذبيّة الشّمس والقمر. وفي الوقت نفسه، تكتسحُ الرّياح العالميّة البحار مُكوّنة تيّاراتٍ مُحيطيّة عظيمة؛ ومع تدويم الأرض تنقِلُ التيّاراتُ مُنسابةً حَوْلَ المُحيطات في مساراتٍ دائريّة ضخمة. فالتيّاراتُ السّاخنة تنسابُ بعيداً عن خطّ الاستواء، والباردة تنسابُ عائدةً نحوه. وتحملُ الرّياحُ التي تهبُّ فوق تلك التيّارات، إلى اليابسة المُحاورَة، أجواءً دافئةً أو باردة - ممّا يجعلُ لهذه التيّاراتِ تأثيراً كبيراً على المناخ. فتيّارُ الخليج السّاخنُ في المُحيط الأطلنطي مثلاً يثقي القسم الشمالي الغربيّ من أوروبا دافئاً في الشّتاء.

التيّار الدائريّ حول المحيط الهادئ

التيّار البروفي

تيّار الخليج

خارطة التيّارات في العالم

التيّار الدائريّ شمال الأطلنطي

التيّار الدائريّ شمال المحيط الهادئ

التيّار الدائريّ جنوب المحيط الهندي

التيّار الدائريّ حول الأطلنطي

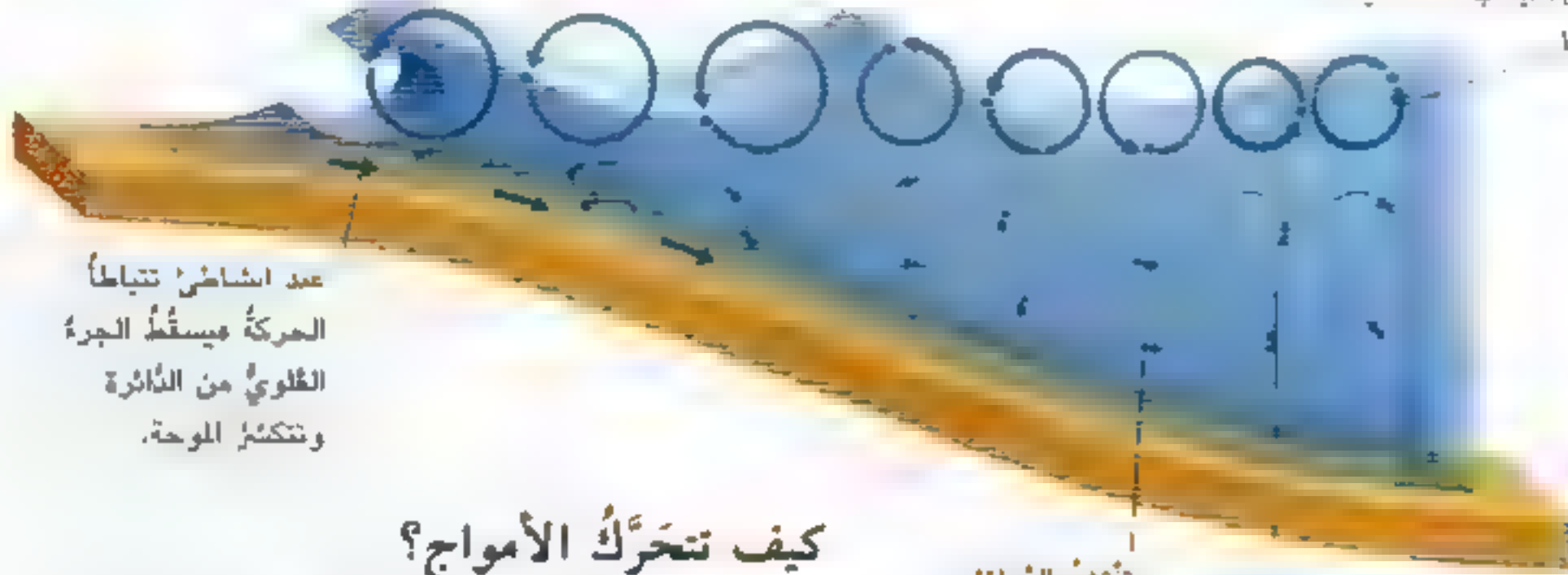
تيّارات دافئة

تيّارات باردة

## التيّارات المُحيطيّة

تيّارات المدّومة المُحيطيّة لضخمة تُسببها ريّاحٌ لشاندة. فالريّاح استجاريّة في حوض المحيط الهادي (الباسيفيكي) تدفعُ تيّاراً لبروفيّ بارداً نحو السّجل الغربيّ لأمريكا الجنوبيّة

الريّاح الهائِة فوق سطح البحر تُقلّكُ الجسيمات السطحيّة وتدوّرها



عدد اشخاص تتباطأ الحركة فيسقط الجرة القلوي من الدائرة وتتكسر الموحة.

## كيف تتحرّك الأمواج؟

عندما تلمسُ الرّيحُ سطح البحر تُرسِلُ تموجاتٍ زيميةً عبر الماء. وزعم أن الأمواج تقطع مسافات شاسعة عبر المحيط، فإنّ كلّ جسيم من الماء يدورُ دائرياً في موقعه فقط.

تنتشر الدوائر تحت السطح حتى تتحد في القعر

جسيمات الماء القريبة من السطح تُواصلُ نقلها وذوئها برازاً وتكراراً.

عندما يكون جاذب الشمس والقمر مأتجاهات مختلفة، يتماقم ارتداد المد وانخفاض الجزر.

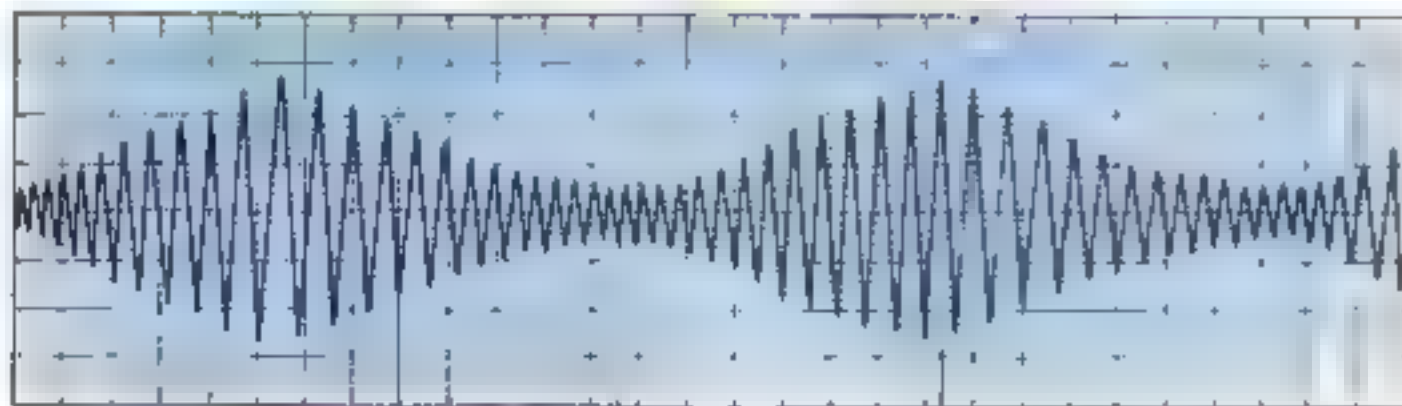


عندما تكون الشمس والقمر في خط مستقيم، يكون المد عالياً جداً، والجزر حقيقياً جداً

يتكوّن مدّ آخر على قسم الأرض المقابل يعقل تدويم الأرض



يحدث القمر مدّاً على قسم الأرض المواجه له تماماً



المدّ الأدنى (التريعي)

المدّ الأعلى (أو النام)

## الشّمس والقمر والمدّ

قوّة جذب القمر تنفع انماء مدّاً على كلا جاني الأرض. ولما كانت الأرض تدورُ حَوْلَ نفسها، فإن المدّ يحصلُ في كلّ موقعٍ فيها مرّتين كلَّ يومٍ. والشمسُ تحدثُ الماء أيضاً لكن (بسبب بُعدها العاصي) ليس بقوّة جذب القمر. وهذا الجذب يُؤاّرُ جذب القمر مرّةً في الشهر، ويصاّده مرّة.

## كيف يعمل المدّ؟

نحسّلُ أمّا تدرّجاً ولَدّها دائرياً وفي كلّ دورة تتطايّر ثورة الأمّ إلى الخلف قالولّد يُعَمِّلُ القمرُ في دورانيّة حَوْلَ الأرض، وتُمَثِّلُ الأمّ الأرض في تدويمها حَوْلَ نفسها، وارتفاعُ نوريتها يُعَمِّلُ حصولَ المدّ في جانب الأرض المُتجه بعيداً عن القمر.

إلى الخلف كالماء المُسقى بعيداً عن القمر.

نظائير الثّورة

## لمزيد من المعلومات انظر

- الحركة الدائريّة ص ١٢٥
- الصحور والمعادن ص ٢٢١
- الجليد والمناخ ص ٢٢٨
- التجوية والتّحاث ص ٢٣٠
- خطّ السّجل ص ٢٣٦
- الكون ص ٢٧٤



# خَطُّ السَّاحِل

إن كُنْتَ تَسَحُّ أو تُجَدِّفُ على شاطئِ البحرِ فأَنْتَ فعَلًا على حافةِ البحرِ في بدايةِ السَّاحِلِ. فكلُّ أرضٍ بِمُحاذاةِ البحرِ هي سَاحِلٌ؛ وكلُّ سَاحِلٍ فريدٌ بِمَعَالِمِهِ وَخصائصِهِ. مَعَالِمُ السَّاحِلِ تحدِّدُها عِدَّةُ عواملٍ كالرياحِ العاتيةِ والأمواجِ المُتلاطمةِ ودَرَجاتِ الحرارةِ والمُنَاحِ وأنواعِ الصَّخورِ المُتواجدةِ هناك. وقد تتغيَّرُ السَّواحِلُ من رمليةٍ إلى صخريةٍ أو العكس. ويتشكَّلُ خَطُّ السَّاحِلِ بِهبوبِ الرِّيحِ عَبْرَ سطحِ المُحيطِ، نَاقِلَةً بعضَ طاقتها إلى المياه. وتبتدئُ هذه الطاقةُ أمواجًا تقطَعُ مسافاتٍ طويلةً تَقُتِرُ عندَ ارتباطِها بِخَطِّ السَّاحِلِ، لَكِنَّ قُوَّتَها التدميريةَ تَظَلُّ فاعلةً في حَتَّ رؤوسِ البَرِّ واتِّيكالِ الجُرفِ السَّاحِليةِ.



## خَطُّ السَّاحِلِ

يبدو قُدرةُ التَّخرُّ الهائلةُ واضحةً على أمثالِ هذا الشاطئِ الصَّخريِّ في كيواندا، أوريغون، بالولاياتِ المتحدة، فالصَّخُرُ بِرَأْسِ أسسِ صخرةِ الأرضِ، نَظْمُها تَنَاقُلُ ونَحْتُ بِرَظْمِ المَوجِ المُتواصِلِ

تُحَتُّ الأمواجُ الشُّقوقَ المُتواجدةَ في رؤوسِ البَرِّ وتُحَلِّقُ منها كِهَولًا بِحَريَّةٍ واسعةٍ

الكهوفُ على جانبي راسٍ من البَرِّ قد تَتَبَّعُ وتَتَجَلَّوْا لَتَكُونُ قنطرةً طبيعيَّةً.

بِأَسْتِمْرارِ انشِطَاتِ، يُلْهَأُ سَفْحُ القنطرةِ تارِكًا نَاشِزَةً أو وَسْلَةً بِحَريَّةٍ.

## تَحَاتُّ رُؤُوسِ البَرِّ

تَنَالُفُ رُؤُوسُ البَرِّ من صُخُورٍ صُلْدَةٍ، لَكِنَّها، على مَرِّ الرُّمَسِ، تَنَاقُلُ بِالشُّحَاتِ. فالأمواجُ المُقْتَرِنةُ من أحدِ الرُّؤُوسِ تَلْتَفُّ حَوَافَّ وَنَحْتِها من مُحتَلِبِ حَوَافِّ مُحدثةٍ كِهَولًا ومَاطِرِ تَظَلُّ عُرْصَةً لِلحَتِّ والتَّكَلُّ. والشُّحَاتُ بِحَريَّةٍ بِطَريقَينِ رَئيسيَّينِ: في الأولى، يَظْهَرُ الصَّخْرُ وَيَنَاقُلُ بِانحِجَارَةٍ التي تَقْدِفُها الأمواجُ (مِمَّا يُسَمَّى الشُّحَاتُ الطَّبيعيُّ أو البَلَى بِالاحتكاكِ). وفي الثانيةِ، تَتَوَسَّعُ شُقوقُ الصَّخْرِ عندَ تَمَدُّدِ الهَوَاءِ المُضْغِطِ بِالمياهِ المُتَدَفِّقةِ، عندَ تَراجُعِها، مُسَبِّبًا التَّكهُفَ.

## الأوديةُ العاطسةُ (الشُّرومُ)

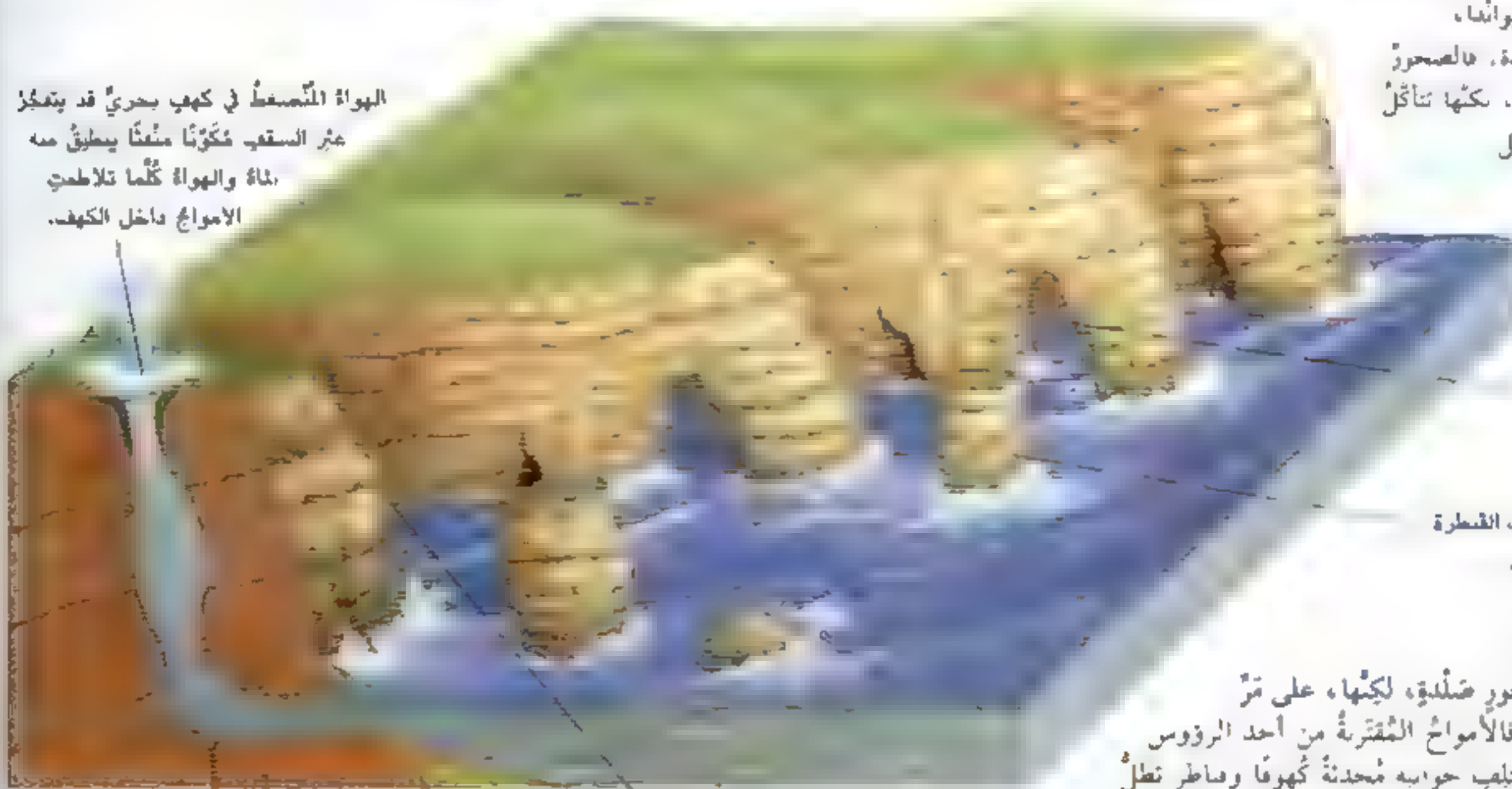
إذا هَطَبَتْ أساسُ أو أرتفعَ مُستوىُ التَّخرُّ، تُعَمَّرُ المَسطَحُ السَّاحِليةُ بِالمياهِ. في نهايةِ آخرِ عَصرٍ جَديديٍّ، بَصَهَرَتِ القَلائِصُ الجَديديَّةُ في شَتَّى مُحيطاتِ لَعَالِمِ دَارِغِ مُستوىِ التَّخرُّ وأُضْهِتِ التَّلالُ حُرُرًا، وَهَاضَتْ أوديةً لِأنهارٍ مُكوَّنةٍ حَتَّى سَاحِلٍ مُعْرِضًا دَا خُلُجٍ مُتَمَرِّغَةٍ تُدعى شُرُومًا أو أوديةً عَاطِسةً

شُرُومٌ ومَصْنَعَاتُ حَلِيجَةٍ في جَالِيشيَا بِإِسْپَانِيَا

## المُحَلِجَانِ الإِنجِيجِيَّةُ (الْفِيُوزَدَاتُ)

عندما نَدُوبُ المَثلَجِ، تَتَرَكُ عِدَّةُ أوديةٍ نُوبَةٍ لِشَكْلِ، تُعَمَّرُها مَسَويَاتُ البَحرِ المُرتَفِعةُ على أَمْتِدِ السَّاحِلِ، مُكوَّنةً خُلُجَانٍ صَيِّغَةً طَوِيلَةً عَمُودِيَّةً الحَوَافِّ وَيُلاحَظُ أَنَّ الصَّخُورَ والمَوَادَّ الأُخْرى المُتَرَسِّبَةَ في مَصَبَّاتِ هذه الأوديةِ نَجمَلُ مَدَاخِلُها ضَاحِلَةً جَدًّا، وَيُطْلَقُ اللَّفْظُ الرُّوجِيُّ فَيُوزَدُ (الَّذِي مَعْنَاهُ يَتَعَبُّ من البَحرِ تَكْتَبِهُ حُرُوفٌ شَدِيدَةُ الإِجْدَارِ) على هذه المُحَلِجَانِ الإِجْجِيَّةِ

الهواءُ المُتَصَفِّطُ في كَهَفٍ بِحَريَّةٍ قد يَتَجَلَّوْا عِبرَ السَّقْفِ مُكوِّنًا مَنَافِذَ يَطْبِقُ مِنْهُ المَاءُ والهَوَاءُ كُلُّمَا تَلَاطَمَتِ الأمواجُ داخلَ الكَهَفِ.



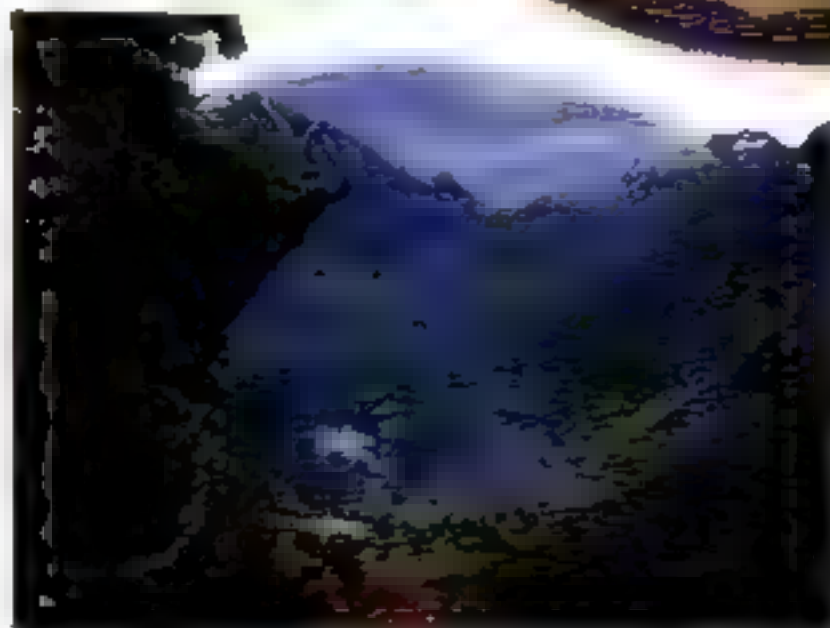
تُحَتُّ رُؤُوسُ البَرِّ إلى كِهَولٍ، ونَاقِلًا إلى قَنَاطِرَ، ثُمَّ إلى تَوَاشُرٍ أو وَسْلَةٍ بِحَريَّةٍ

شَاطِئُ مَكْرَانِ، بِإِيرَانِ

تُذَكِّرُ هذه الحارِطَةُ بَصَافَةِ مَعالِجِ من حَطُوطِ السَّاحِلِ المُتَخلِفةِ خَوَلِ العَالِمِ، وَيُؤَسِّدُ التَّرميزُ اللَوْنِيُّ في تَحَدِيدِ كُلِّ نَوعٍ.



فِيُوزَدُ جِيرَنُحَرِ، بِالدَّروُجِ



## تَكوِينُ أرضٍ جَدِيدَةٍ

البَحرُ قَادِرٌ على تَعمِيرِ اليَاسَةِ وهو أَيْضًا قَادِرٌ على تَكوِينِها. فالموادُّ المُتَرَسِّبَةُ على السَّواحِلِ تُصَيِّفُ بِسَاحِلٍ جَدِيدَةٍ إلى اليَاسَةِ، كَذَلِكَ فَإِنَّ أُنْجِصَافَ مُستَوياتِ البَحرِ يَكْثِفُ أَرَاضِي جَدِيدَةً كَانَتْ مَعْمُورَةً بِالمياهِ فيما قَضَى



## تكوّن الشواطئ

أبناص الصخور المُصَحَّبة من دُش و كسار لا تبقى على حالها طويلاً، فالأمواج تعمل على سحقها إلى حصى خساوية وزمل تُجرّ على طول قعر البحر، وترسب أحياناً في مواقع مُستَديرة نوعاً يُكوّن شاطئاً حتى على الشواطئ، لا تتوقّف فتات الصخر عن الحركة والتقلّ بعمل الأمواج التي تثيرها العواصف؛ كذلك فإنّ الرياح تدرّو الحُسيمات الأثخّن منها، ونتيجةً لِمثل هذه التحركات المُستَديرة، فقد يتألّف الشاطئ شتاءً من حصاة خشنّة ويغدو، هو نفسه، رملًا في الصيف. وتُقام حالياً أسوار ومرايط خاصةً لوقف هذه العملية أو الحد منها.

تتألّف الشواطئ من رمال وفئات صخرية دائمة التغيّر؛ فالفتات الصخرية تُرسبها الأمواج القويّة، وترسب الرمال في الأوضاع الأهدأ.

تتراكم الموادّ الشاطئية على المرايط (الشور).

الجرف الشاطئي يحمل الرّمْل عبر خليج أو مضيق نهريّ، ويترسب كلسانٍ ساحليّ.

تجرف الموادّ الشاطئية بعيداً عن الجانب المضيّ من المُرطم.

تتساقط الأمواج حول لسانٍ ساحليّ رمليّ، بهاية اللسان الساحليّ مُكوّنة حبيّة حادة.

الانجراف الشاطئي هو تحوّل الرمال والحصاة الصخرية على امتداد خطّ الساحل. وهذا يكوّن خطّاً ساحليّاً مُشرّشراً (كاسفان الميشار)، يترام الرّمْل على المرايط.

## الانجراف الشاطئي

٣. تجرف الموجة التالية الحصاة مائلةً إلى أعلى الشاطئ مرّةً أخرى، ويتكوّن شقوقها لزولاً مع المياه مُباشرةً في فساد مُتعرّج مُوازاةً للساحل. وهذا التحوّل يُسمّى الانجراف على طول الساحل.

٢. عند تراجع الموجة تتدحرج الحصاة تُرولاً مع المياه، مُباشرةً على المُحدر الشاطئي.

١. الموجة التي تصطب الشاطئ بزاوية مُعينة، تجرف الحصاة مائلةً إلى أعلى الشاطئ.

تبرز رمل الشاطئ في شايهار مكران، باكستان.

## الشواطئ المُتحرّكة

الجُسيمات الشاطئية دائمة الحركة مع أنجسار الأمواج وأبدانها، جارة الحصى والرّمْل حبيّة ودهاناً؛ وقد تُرسبها في مواقع جديدة على امتداد الشاطئ في عملية الانجراف الشاطئي.

المرايط أسوار مُثبتة بدعائم تتفرّع لأربعة وتربن في الأرض، وهي تُقام داخل البحر، لمنع الانجراف على طول الشاطئ.

تجرف العواصف الحصاة الصخرية فتُرسبها في سطحية مدوّ باعش الشاطئ حيث تحسّ حتى العاصفة التالية.

فيوزد جيرنجر، بالفروج

جيرلوك، باسكتلندا

جديرة سبيلت، بالمانيا

أورييجون، بالولايات المتحدة

جاليشيا، بإسبانيا

شاطئ في المناطق الحبيصة، بحيرة سبيلت، ألمانيا

## السّاحة ساحلية رملية

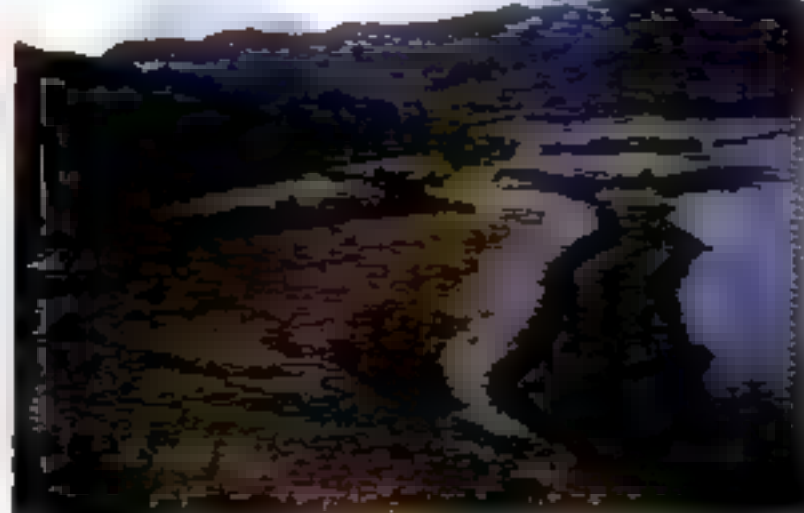
قد يمتدّ لسان ساحليّ رمليّ من اليابسة عبر خليج ما فيُشكّل حاجزاً؛ ويُدعى هذا الحاجز برزخاً شاطئياً (مُنبولو) إذا تكوّن بين جزيرة والشاطئ.

## المُستنقعات الملحية

أحياناً تُقلّ الرياح طبقات رملية ممّا تُركمه الأمواج مُجعل منها كُتلاً تُغرل مساحات من الماء القذبة أو انقلابة للملوحة فتُجمّع هذه المياه لاحقاً وحولاً، وتتحوّل إلى مُستنقعات مدبّة.

## الشاطئ المرتفع

عندما ترتفع أرض أو ينحصر عنها مُستوى البحر، يبقى خطّ الساحل عالياً وجافاً مُكوّن شاطئاً مُرتفعاً وكان قد تكوّن العديد من هذه الشواطئ شماليّ أوروبا في نهاية العصر الحليديّ الأخير؛ مع ذوب الجليد أحدث الأرض برتفع نطء



## خريطة خطوط السّاحل في العالم

شاطئ مرتفع في جيرلوك، باسكتلندا

## خطوط السّاحل المُتغيّرة

لا تبقى خطوط السّاحل في العالم دائماً على حثها فقد تتغيّر جذرياً في وقت قصير بسبب بحث الأمواج للبدسة وتغيّر المناطق السّاحلية أو أنكشافها بتغيّر مُستويات سطح البحر

## لمزيد من المعلومات انظر

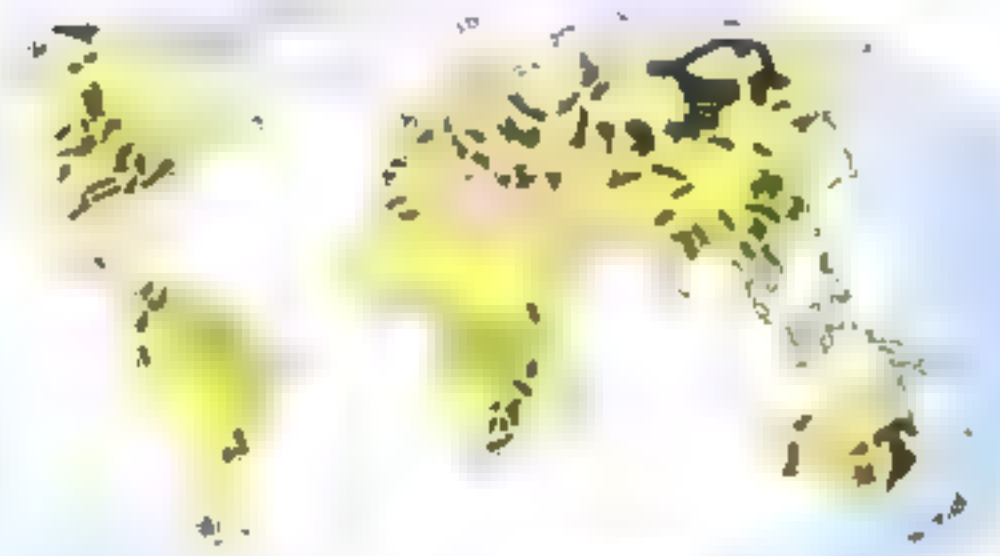
- الضُحور والمعادن ص ٢٢١
- التجوية والتّحات ص ٢٣٠
- الأمواج والمدّ (المدّ والجزر) وانتقارات ص ٢٣٥
- الطقس ص ٢٤١



# الفحم

يُخْتَزَنُ الفَحْمُ الحَجَرِيُّ طاقَةَ الشَّمْسِ منذُ ملايين السنين. إِنَّ نُمُوَ النباتاتِ يعتمدُ على الشَّمْسِ؛ وإذا طُمِرَت هذه النباتاتُ ملايين السنين تحت الضغط والحرارة في باطن الأرض فإنَّها تتحوَّلُ إلى فَحْمٍ حَجَرِيٍّ. وعندَ إحراقِ الفحم، تُطلَقُ تلك الطاقة المُخترَنة منذُ القَدَم كطاقَةِ حراريَّة. الكربونُ هو العنصرُ الأساسِي في الفَحْم - فالكربونُ الذي يُولَّفُ حوالى ٥٠٪ من الحشَب، يُشكِّلُ قرابةَ ٩٠٪ من الفحم. بدأ مُعظمُ الفحم بالتكوُّن في العصر الكربونيّ منذُ حوالى ٣٥٠ مليون سنة. فغاباتُ المُستنقعات الضخمة التي نَمَت حينئذٍ هي اليومُ قُراواتُ الفحم الرئيسيَّة في العالم.

نورُج الفحم الحجري في العالم



## خارطة مناطق الفحم

مُعظمُ الفحم في العالم مصدره الرواسبُ المُتوضِّعة في العصر الكربوني، حينَ كان يَبُتُّ الأرض في أوج وفرة. لكنَّ بعضَ قُراوات الفحم المُهمَّة في شمال أوربا هي أحدثُ عهدًا بكثيرٍ إذ تكوَّنت من خشب أثبت في بدايات الحقب الثالث مدَّ حوالى ٤٠ مليون سنة.

## تكوُّن الفحم

الفحمُ صخرٌ رُسُوبِيّ حيويُّ المنشأ تكوَّن من بقايا كائناتٍ حيَّة قسداً ملايين السنين، ذَوَت الغاباتُ وأنطمرت في المُستنقعات قُلَّ أن يَدِبَ الانحلالُ في أخشابها. ومع التحلُّر لتطوُّر لُحُوب نبت المُستنقعات وزمُولها، تغيَّر تركيبُ البُتِّ الدفين، فحسرت مُنوماته، المُؤلَّفة من الكربون والهيدروجين والأكسجين، مُعظم ما فيها من الهيدروجين والأكسجين تاركةً قُرارةً مُركَّزة من الكربون، هي الفحمُ

## تَعْدِينُ الفحم

يُستخرجُ الفحمُ من مراحله بأساليبٍ مُتعدِّدةٍ في عروقٍ أو طبقةٍ جيولوجيةٍ مُستوى سطح الأرض، يقومُ المُعدِّنون بحفر نفقٍ أفقيٍّ يمتدُّ مُتجهًا سرًّا إلى مكانٍ في أعماق الأرض، يُحمَرُّ لأعماق عمودته للوصول إلى الفحم تحت الأرض فيما يُعرفُ باسمه الشَّرْطِيّ. أمَّا إذا لم يوجد الفحمُ قريبًا من سطح الأرض، فيُعدَّن الفحمُ بزرع طبقات الأتربة التي تُغطيه في حُفرةٍ تُعدَّب مكشوفة (أو سطحية) لاحظ في الصورة المُقدَّمة أكوام الفحم المُستخرج في أستراليا



عروق لاقتطاع  
الحُث في جُزُر  
فوتلاندا

تنفق الغابات جيِّداً في  
أجواء المُستنقعات

خالُ هذه الأشجار بعد موتها أن  
تتغلغل بفواظ مُستنقعية ثم تنضغط  
في طبقة تحت ترسبات تالية



الحُث

الحُث

الحُث مادةٌ ليمَّةٌ مرحليَّةٌ في عمليَّة تكوُّن الفحم. فالحُث دسم الكوُّن في جميع المُستنقعات في العصور حاليًّا، كما ساءلُ ونُسجِدُ الحُث كوقود كما يُصاف كَمُحسِّنٍ عينيٍّ للتربة الرُّعَة

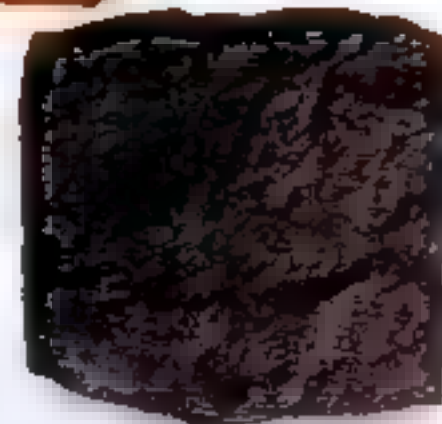
ببعض تقفد المواد  
إسباتيَّة الذهبية  
الأكسجين تنصعب  
إلى مادَّة ليمَّة هي الحُث

اللَّهْبِيَّة

تُواصلُ الموادُ  
المُترسدة تكوُّنُها ضاغطة  
الحُث إلى صخر. ومع تزايد  
مقدَّر الحُث إلى الأكسجين  
يتحوَّل إلى قِحم طريٍّ نقيٍّ  
اللون يُدعى اللَّهْبِيَّة.



فحم سُليوميبي



أحياناً يُلغ  
أنضغاط الحُث  
الخشبي من

الشَّدة ما يُحوِّله إلى قِحم  
براق أسود غرائض هو الفحمُ السُّليوميبي،  
أكثرُ أنواع الفحم استخدافاً في الصناعة.



مصباح ديفي



## المناجمُ الخطرة

خلال القرنين الثامن عشر، اعتمدت الثورة الصناعيّة في أوربا على الفحم كمصدرٍ حيويٍّ للطاقة. لكنَّ تعدين الفحم كان عمليةً خطيرةً؛ فكان عمالُ المناجم حتى الصبيان منهم، يعملون في ظروفٍ مُرعبةٍ مُروَّعة ثم حترع العالمُ، هنري ديفي، مصباحه المشهور «مصباح ديفي» كسيطةٍ أمانٍ تندرُّ بلوع الغارات داخل المِنجم مُستوى الخطر

### لمزيد من المعلومات انظر

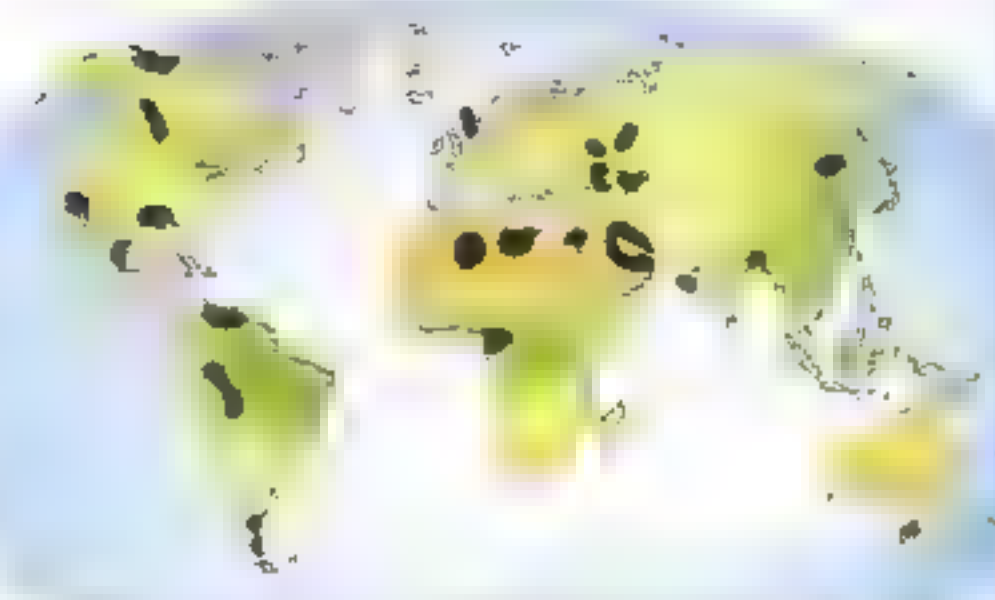
- الكربون ص ٤٠
- الكيمياء العضوية ص ٤١
- مُنتجات الفحم ص ٩٦
- نبذة الأرض ص ٢١٢
- الصُّخور الرُّسُوبية ص ٢٢٣
- حقائق ومعلومات ص ٤١٤



# النَّفْطُ وَالْغَازُ

تُرى ماذا حَدَثَ لِلنباتات والحيوانات البَالِغَةِ الصُّغُرِ التي مَاتَتْ فِي الْبَحْرِ مِنْذُ مِلْيَينِ السنين؟ الْعُلَمَاءُ يَعْتَقِدُونَ أَنَّهَا تَحَوَّلَتْ إِلَى نَفْطٍ - هُوَ الْوَقُودُ الَّذِي يُسْتَخْدَمُ الْيَوْمَ فِي تَسْيِيرِ السَّيَّارَاتِ وَتَشْغِيلِ الْمَصَانِعِ وَتَصْنِيعِ الْكثيرِ مِنَ الْكِيمَاوِيَّاتِ الْمُفِيدَةِ. وَالْمَادَّةُ الْحَيَوَانِيَّةُ الَّتِي تَتَجَمَّعُ فِي قَاعِ الْبَحْرِ تَتَحَلَّلُ بِطَءٍ بِفَعْلِ الْبِكْتِيرِيَا؛ وَعَمَلِيَّةُ التَّحَلُّلِ هَذِهِ تَطْلُقُ الْمِثَانَ أَوْ الْغَازَ الطَّبِيعِيَّ. وَإِذَا سَخُنَتْ الْمَادَّةُ الْمُتَبَقِّيَّةُ فَإِنَّهَا تَتَفَكَّكُ إِلَى جُزْئِيَّاتٍ خَفِيفَةٍ تُسَمَّى هَيْدْرُوكَرْبُونَاتٍ تَسْرِبُ عَبْرَ الصَّخُورِ مُكَوَّنَةً تَجْمُعَاتٍ نَفْطِيَّةٍ. وَمَعَ أَنَّ الْغَازَ الطَّبِيعِيَّ هُوَ نَائِجٌ ثَانَوِيٌّ هُنَا، فَإِنَّ الْغَازَ الطَّبِيعِيَّ الْمُسْتَخْرَجَ مِنَ الصَّخُورِ، فِي أَمَكْنَةِ كَبْخَرِ الشَّامَلِ، هُوَ فِي الْوَاقِعِ نَائِجٌ مِنْ أَنْحِلَالِ الْقَحْمِ.

تَوَزُّعُ النَّفْطِ وَالْغَازِ الطَّبِيعِيِّ فِي الْعَالَمِ



يَتَجَمَّعُ الْغَازُ  
مَوْقِعِ النَّفْطِ

## خَارِطَةُ مَنَاطِقِ النَّفْطِ

النَّفْطُ الْمُسْتَخْرَجُ مِنْ خُفُولِ النَّفْطِ الرَّئِيسِيَّةِ فِي الْعَالَمِ، مَقْصِدُهُ صُخُورٌ يَعُودُ تَارِيخُهَا إِلَى عَهْدَيْنِ: الْعَصْرِ الْأَرْدُوَيْسِيِّ الدِّيُونِيِّ (مِنْذُ ٤٠٠ إِلَى ٣٥٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ) وَالْعَصْرِ الْجُورَاسِيِّ الْقِيَاثِيرِيِّ (مِنْذُ ٢٠٠ إِلَى ٦٥ مِلْيُونِ سَنَةٍ)

## مَكْمَنُ النَّفْطِ

لِمَادَّةِ الْحَيَوَانِيَّةِ الْمُتَجَمِّعَةِ فِي الصُّخُورِ تَتَحَلَّلُ إِلَى نَظَائِرٍ مِنَ النَّفْطِ تَتَطَفَّرُ فَوْقَ الْمِيَاهِ الْخَوْفِيَّةِ. وَكَوْنُهَا أَقْلُ كَثَافَةٍ مِنَ الْمَاءِ، تُتَابِعُ الْقَطَرَاتُ نَفَادَهَا صُعُودًا عَبْرَ مَسَامِ الصُّخْرِ حَتَّى تَصْلُحَ طَبَقَةً ضَمَاءًا كَثَمَةً نَحْنُسُهَا، تُسَمَّى صَحْرَ الْعَطَاءِ، فَتَتَحَمَّعُ هَذِهِ مُكَوَّنَةٌ مَكْمَنًا بَعْضِيًّا

## نَظَرِيَّةٌ بَدِيلَةٌ

بِالرُّغْمِ مِنْ تَوَافُقِ مُعْظَمِ الْعُلَمَاءِ عَلَى أَنَّ نَفْطًا قَدْ تَكُونُ مِنْ كَانَاتٍ حَيَوِيَّةٍ، فَإِنَّ هُنَاكَ نَظَرِيَّةً تَقُولُ بِأَنَّهُ تَكُونُ بِالْفِعْلِ مِنْ صُخُورٍ مُتَحَوِّلَةٍ. وَقَدْ يَأْنِي إِثْبَاتُ ذَلِكَ أَوْ دُخْضُهُ مِنْ بَثْرِ يَجْرِي خَفَرُهَا هَالِيًا بِالسُّوَيْدِ فِي صُخُورٍ مُتَحَوِّلَةٍ

اِحْتِمَالُ اِحْفَرٍ فِي  
لُحِيرَةٍ سِلْجَانِ،  
بِالسُّوَيْدِ



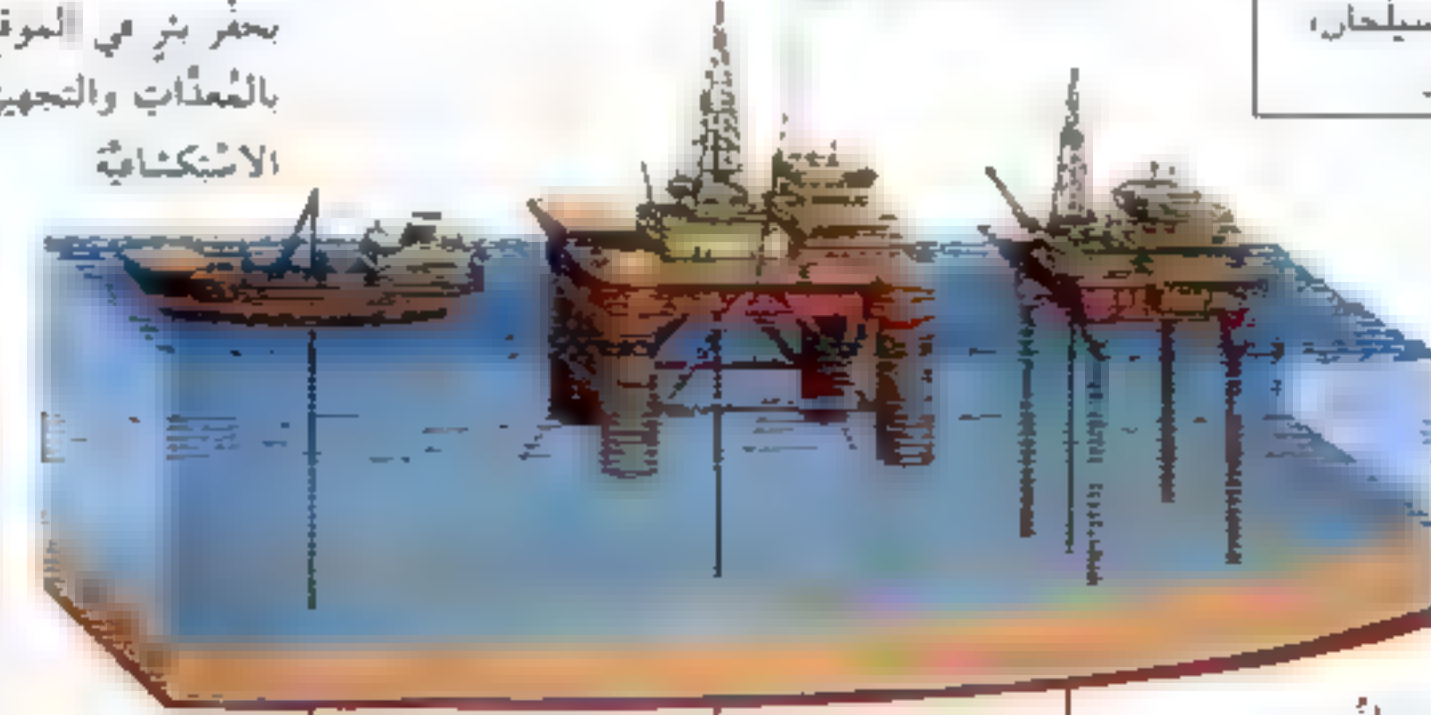
## مِنْصَةُ الْإِنْتِاجِ

عِنْدَ إِثْبَاتِ وَجُودِ كَمِيَّةٍ مِنَ النَّفْطِ مُحْدِدَةٍ مُنَاصِدِيَّةٍ، يُنْصَرُّ إِلَى اسْتِخْرَاجِهَا بِوَسْطَةِ مِضْبَةٍ رَاسِحٍ وَمِنْ الْمِضْبَةِ تُحْفَرُ سُرٌّ فِي صُخُورِ الْعَكْمِ. وَيُصْنَعُ نَبْطٌ إِلَى السَّطْحِ حَيْثُ يَجْرِي نَقْلُهُ عَبْرَ الْأَنْبِيَبِ أَوْ الْبَاقِلَاتِ إِلَى مَعْمَلِ تَكْرِيرٍ (أَوْ مَصْفَاةٍ).

يُشْتَدُّ جِهَارُ حَفْرِ دَوَاقِيقٍ فِي الْمِيَاهِ الْوُثْقَى وَحَمْلُهُ مَوَانِمَ تَعُدُّ إِلَى قَاعِ الْبَحْرِ.

فِي الْمِيَاهِ الْأَعْمَى يُشْتَدُّ جِهَارُ دَوَاقِيقٍ صَامِدَةٍ لِلشَّدِّ وَهُوَ يَطُورُ، لَكِنَّهُ مُنْتَنَبِثٌ فِي قَاعِ الْبَحْرِ بِالْأَرِطَةِ وَالشَّدَادَاتِ. تُسْتَدُّ الشَّقْرُ لِلْحَفْرِ فِي الْمِيَاهِ الْعَمِيقَةِ حَذًّا مُبَرِّكًا جِهَارُ الْحَفْرِ عَن ثَقَبٍ فِي هَيْكَلِ السَّعْبَةِ.

يَطْفُو جِهَارُ النَّفْطِ حَمِيضًا فِي الْمَاءِ كَيْلًا يَتَأَثَّرُ بِالْأَمَوَاجِ



صَحْرٌ كَتِيمٌ لَا يَنْقُذُ مِنْهُ اسْقَاطُ،  
فِيخْتَسِرُ اسْقَاطُ تَحْتَهُ

صَحْرٌ مَسَامِي  
يَنْقُذُ مِنْهُ اسْقَاطُ

يَنْحَنُّ النَّفْطُ فِي صَحْرِ  
مَسَامِي يُخْتَسِرُ فِيهِ، يُدْعَى  
مَكْمَنًا وَيُخْتَسِرُ لِنَفْطٍ عَادَةً  
فِي صَحْرِ كَتِيمٍ لَا يَنْقُذُ مِنْهُ



يَتَكَوَّنُ الْمَحْسِلُ الْمَقْرَدُ عِنْدَمَا يَنْصُدُّ صَحْرٌ الْمَكْمَنُ ثَلَاثَةَ صَحْرِ آخَرَ.

فِي مَحْسِلٍ طَبَقِيٍّ، تُطْمَرُ طَبَقَاتُ مُتَعَرِّلَةٍ مِنَ الصُّخْرِ الْمَسَامِيِّ فِي صَحْرِ كَتِيمٍ، فَإِذَا مَالَتْ تِلْكَ الطَّبَقَاتُ يَتَجَمَّعُ النَّفْطُ فِي أَطْرَافِهَا.



## مُعَدَّاتُ الْاِسْتِكْشَافِ

تُعَيَّنُ مَكْمَنُ النَّفْطِ اِسْتِحْتِمًا بِدِرَاسَةِ سَطْحِ الْأَرْضِ بِطَرِيقَةِ التَّحْسُّسِ الْبُعَادِيِّ فَرَسُلِ أَمَوَاجٍ صَوْتِيَّةٍ إِلَى بَاطِنِ الْأَرْضِ وَتُسَجَّلُ أَعْيَاسُهَا وَتُدْرَسُ. لَكِنَّهُ وَجُودُ اسْقَاطٍ لَا يُمَكِّنُ إِثْبَاتَهُ فَعَلًا إِلَّا بِحَفْرِ بَثْرِ فِي الْمَوْقِعِ وَبِمُ دَلِّقِ الْمُعَدَّاتِ وَالتَّجْهِيزَاتِ الْاِسْتِكْشَافِيَّةِ



قَدْ تَحَصَّنَتْ طَبَقَاتُ الْمَلْحِ لِشَدَّةِ الصَّغْطِ فَتَرْتَفِعُ عَبْرَ الصُّخُورِ هَرَمَهَا مُكَوَّنَةً قُبَّةً وَقَدْ يَتَجَمَّعُ النَّفْطُ فِي مِثْلِ هَذِهِ الْغُيَابِ



تُعْمَلُ تَجْهِيزَاتُ الْاِسْتِكْشَافِ فِي بَحْرِ الشَّامَلِ

## لِزَيْدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- الْكِيمِيَاءُ الْعَصُويَّةُ ص ٤١
- صَاعَةُ الْكِيمَاوِيَّاتِ ص ٨٢
- مُتَجَدِّثُ اِعَارِ ص ٩٧
- مُتَجَدِّثُ اسْقَاطِ ص ٩٨
- الْبَحَارُ وَالْمُجِيطَاتُ ص ٢٣٤
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٤



# رَسْمُ خَرَائِطِ الْأَرْضِ



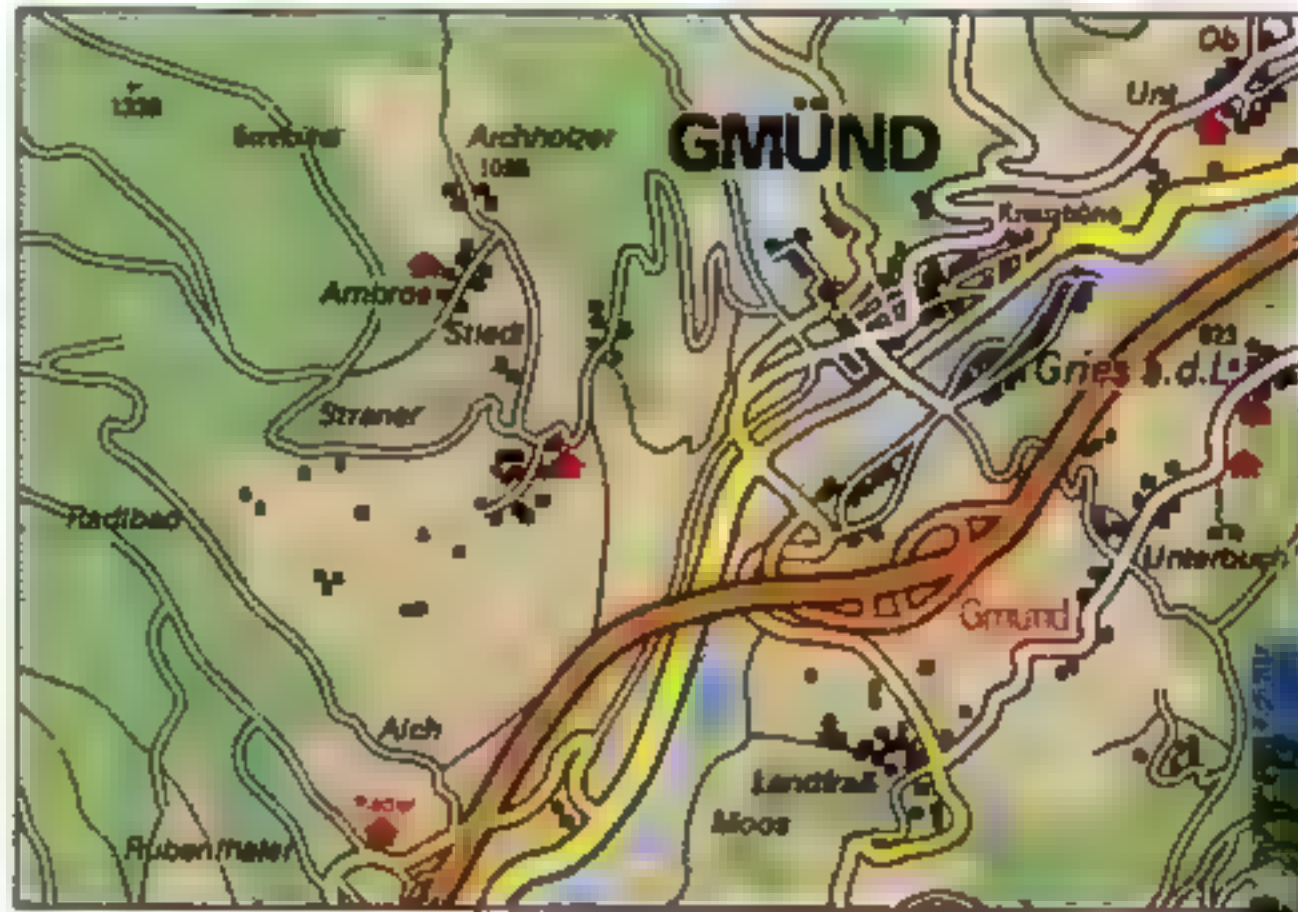
صورةٌ ساتليّةٌ لِشَهِيرةِ بُولِيْبِيْنْسِيْس بِخَنُوبِ الْيُونَانِ

## خَرِيطَةُ سَاتِلِيَّةٌ

إِنَّ تَقَنِيَّاتِ الْعَصْرِ الْحَدِيثِ قَدْ أَحْدَثَتْ أَعْلَانًا فِي قُرْبِ الْخَرَائِطِ، فَاصْبَحَتِ الْخَرَائِطُ تُرْسَمُ مِنْ الصُّوَرِ الْمُنْتَمَةِ بِوَسْطَةِ الشَّوَاتِلِ، مُنْذُ شَكَلَ الْأَرْضَ كَمَا يَبْدُو مِنَ الْمَصَاءِ وَبِسَبِّ حَاسِبِيَّةِ الشَّوَاتِلِ اعْتَدَتْ، فَهِيَ تَسْتَغْنِي الْمَقَادِرَ تَفْصِيلَ دَقِيقَةٍ - كَأَنْوَاعِ الثَّرْوَةِ فِي مَسَاحَتِهَا مُعْبِيَةً مِنَ الْعَالَمِ، وَمُسْتَوْدَاتِ الْحَرَارَةِ الْمُتَعَدِّةِ مِنَ الْمَصْنَعِ

## الْخَرَائِطُ

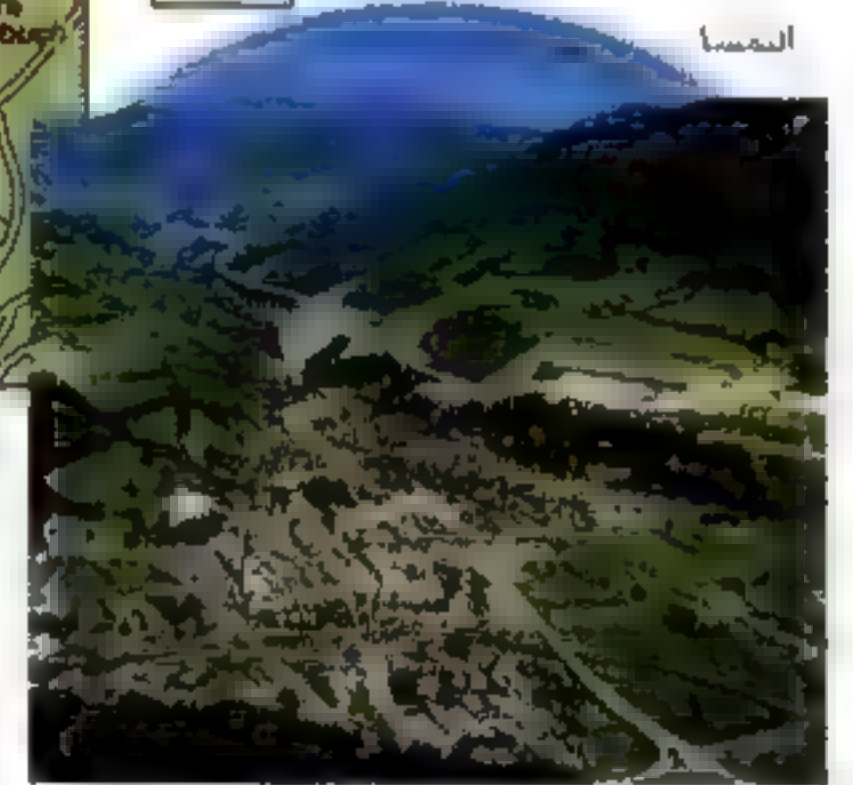
الْحَرِيطَةُ صُورَةٌ مُضَمَّمةٌ لِشَيَاءِ الْعَالَمِ الطَبِيعِيَّةِ أَوْ لِخُدُودِ السِّيَاسِيَّةِ لِمَسَاحَةٍ مُعَيَّنَةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ وَالْخَرَائِطُ عَلَى أَنْوَاعٍ تَبْدُو لِأَعْرَاضِ أَسْتَحْدَمُهَا. فَخَرَائِطُ الطَّرِيقِ مَثَلًا، تُرَكِّزُ عَلَى طَرِيقٍ وَتَفْرَعَاتِهَا، وَتُمَثِّلُ أَنْوَاعَهَا بِرُؤُوسٍ مُخْتَلِفَةٍ. أَمَّا الْخَرَائِطُ السِّيَاسِيَّةُ فَتُرَكِّزُ عَلَى الْحُدُودِ السِّيَاسِيَّةِ وَالتَّقْسِيمَاتِ الرَّسْمِيَّةِ وَالْإِدَارِيَّةِ



دَلِيلُ الرُّؤُوسِ



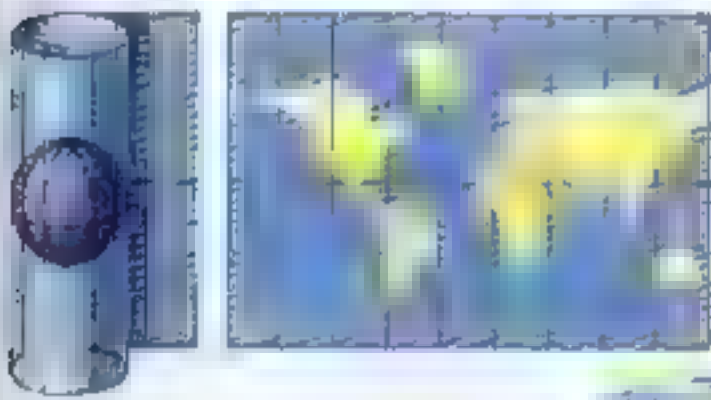
عَمِلَتْ فِي الْمَسَاءِ



## التصوير الجوي

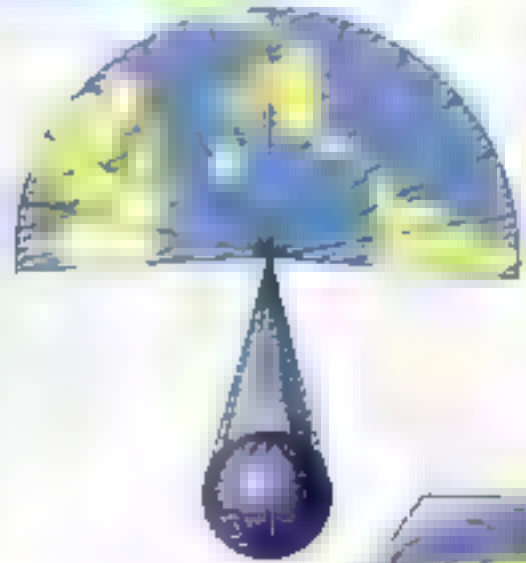
صُورَةٌ جَوِّيَّةٌ مِنْطَقَةٍ مِنَ الطَّيَارَةِ تُمَثِّلُ مَنْظَرًا عَادًا لِمَنْطَقَةٍ لَكِنْ هَذِهِ الصُّورَةُ لَا تُبَيِّنُ الرُّؤُوسَ الْأَصْغَلَاءَ الَّتِي نَحْمَلُ الْحَارِطَةَ صَالِحَةً لِلْإِسْتِمَالِ، كَالْحَارِطَةِ أَعْلَاهُ

مُسَقَّطُ الْأُسْطُوَانِي



فِي الْمُسَقَّطِ الْأُسْطُوَانِي، يُنْحَلِلُ لَفُ الْوَرَقَةِ حَوْلَ الْأَرْضِ، فَمَلَامَسَةُ حَطِّ الْإِسْتَوَاءِ. فَالْحَارِطَةُ الْمُنْقَطَعَةُ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ تُبَيِّنُ الشَّمَالَ نَائِثًا فِي أَعْلَى الْخَارِطَةِ، لَكِنْ الْمِسَاحَاتُ قَبْلِهَا مُشَوَّهَةٌ بِالتَّسْطِيعِ

مُسَقَّطُ مَخْرُوضِي



فِي الْمُسَقَّطِ الْمَخْرُوضِي، تُلَاحِظُ الْوَرَقَةُ الْكُرَّةَ الْأَرْضِيَّةَ فِي نَقْطَةٍ وَاحِدَةٍ. وَإِنَّا كَانَتْ تِلْكَ النِّقْطَةُ الْقُطْبُ، فَحَمُولَةُ الطُّولِ عِنْدَئِذٍ نَظَرُهُ بِرَوَايَاهَا الصَّحِيحَةِ

مُسَقَّطُ سَفَرِي



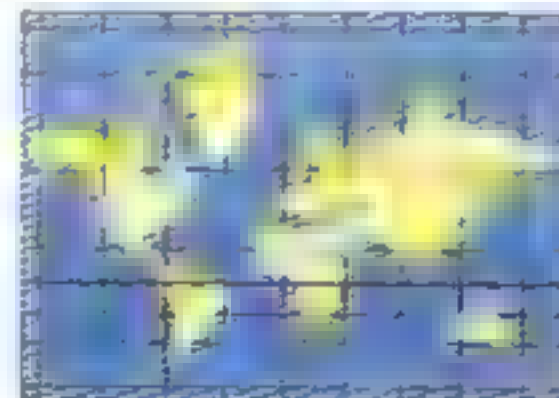
## خَارِطَةُ بِيْتَرُزْ

ضَمَّمَ هَذِهِ الْحَارِطَةُ أَرْثُوسَ بِيْتَرُزْ عَامَ ١٩٧٧، وَهِيَ تُبَيِّنُ الْمَعَادِيسَ الْحَضَرِيَّةَ لِلْعَارَاتِ. لَكِنْ حَتَّى يَتَوَضَّلَ بِيْتَرُزْ إِلَى تَحْقِيقِ ذَلِكَ، كَانَ لَا بُدَّ مِنْ مَقَدِّ أَشْكَالِ الْقَارَاتِ.

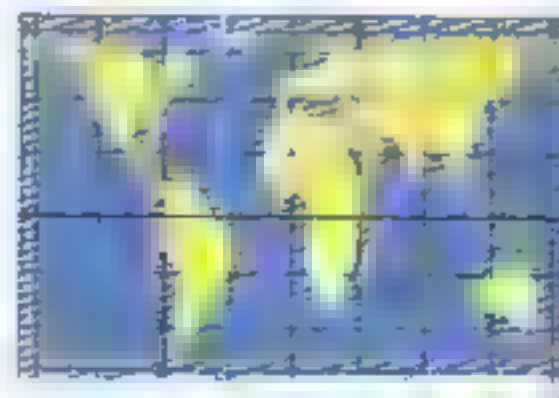
## مِرْكَاتُور

الْمُسَقَّطُ الْمِرْكَاتُورِي، الَّذِي نُشِرَ لِلْمَرَّةِ الْأُولَى عَامَ ١٥٦٩، أَصَابَهُ الْمَسَقَّطُ الْأُسْطُوَانِي. وَلَمَّا كَانَتْ الْإِتْجَاهَاتُ فِيهِ غَيْرَ مُشَوَّهَةٍ، فَإِنَّ هَذَا الْمَسَقَّطَ مُفِيدٌ فِي الْمِلَاحَةِ وَخَرَائِطِ الْأَرْضَادِ الْجَوِّيَّةِ - حَيْثُ اتَّجَاهَاتُ الرِّيحِ بِالْعَمَلِ الْأَهْمِيَّةِ. لَكِنْ تَشَوُّهُ الْمِسَاحَاتِ كَثِيرٌ حَذًا فِيهِ، حَتَّى إِنَّ جَرِيلَنْدَ يَبْدُو بِحُجْمٍ إِفْرِيقِيٍّ أَوْ أَكْبَرَ قَلِيلًا، بَيْنَمَا تُسَاوِي هِيَ فِي الْوَاقِعِ حَوَالِي ١/٢ مِنْ مِسَاحَةِ إِفْرِيقِيَّةِ

مُسَقَّطُ مِرْكَاتُور



مُسَقَّطُ بِيْتَرُزْ



عَالِمُ الْجُغَرَاْفِيَّةِ، الْبَلْجِيكِي جِيَارْدُوسَ مِرْكَاتُورَ، الْمَوْلُودُ جِيَهَارْدَ كَرِيمَر (١٥١٢-١٥٩٤)

## مَسَاقِطُ الرَّسْمِ

لَكِنِّي مَعْرِضٌ سَطْرَحَ الْأَرْضِ الْمُمَوَّسَةِ عَلَى وَرَقَةٍ مُسَطَّحَةٍ بَدَقَةٍ، بِنْتَحِلَمُ تَقَنِيَّةُ الْإِنْفِطَاقِ تَحْيِلُ أَنَّ الْأَرْضَ شَعْدَةٌ وَأَنَّ فِي مَرْكَزِهَا صَوْتًا يُلْقِي طَلَالًا لِمَعْدَلِ سَطْحِ الْأَرْضِ عَلَى وَرَقَةٍ مُوضَعَةٍ قُرْبِهَا. فَانْصَلُّ السَّاقِطُ عَلَى الْوَرَقَةِ هُوَ أَصْلُ تِلْكَ الْحَارِطَةِ

## لِمُرِيدِ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ أَنْظُرْ

- الْتَشْكُودَاتُ الْأَرْضِيَّةُ ص ٢٩٧
- الْتَشْكُودَاتُ لِمَصَاءِ ص ٢٩٨
- الشَّوَاتِلُ (الْأَقْمَارُ الصَّاعِدَةُ) ص ٣٠٠
- الشُّوْبَرُ الْمَصْنُوعَةُ ص ٣٠١
- الْمَحْفُودَاتُ الْمَصْنُوعَةُ ص ٣٠٤
- تَحْقِيقَاتُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٤



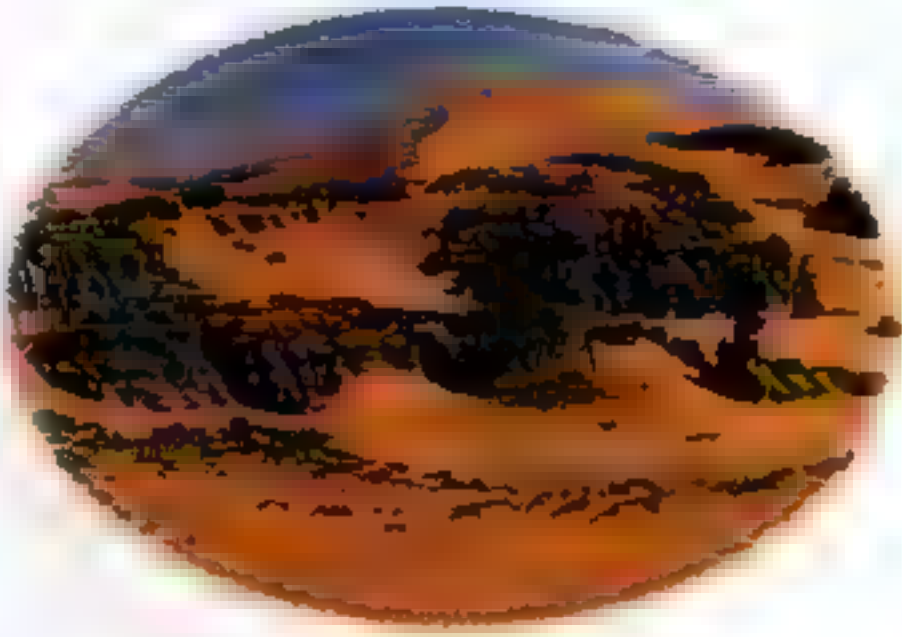
# الطقس

حياة الناس جميعاً تتأثر بالطقس ماذا يأكلون ويشربون، وماذا يلبسون وكيف يتصرفون وما أنواع بيئاتهم وأشكال منازلهم. حتى طبيعة الأرض تتأثر وتشكل بعوامل الطقس؛ فالرياح والمطر والثلج والجليد كلها عوامل تحت الصخور والجبال. الطقس جزء من عالمنا - إنه حالة الهواء في أي مكان وزمان؛ وقد يكون حاراً أو بارداً، عاصفاً أو ساكناً، رطباً أو جافاً. في بعض المناطق يتغير الطقس بين يوم وآخر؛ وفي مناطق أخرى قلماً يتغير على مدار العام. وجملة أحوال الطقس لمنطقة بين عام وآخر تسمى المناخ. ويعتمد المناخ أساساً على بُعد الموقع شمالاً أو جنوباً عن خط الاستواء وبالتالي على كمية الطاقة الشمسية التي يتلقاها.



المطر  
سكن لخاصة الصغيرة يعرفون  
أن الحق السند بالمشح  
الرمادية سود - يشر  
بالمطر فاشح حربة  
كثمة بحق بالمطر تحت  
سند أشعة الشمس وكثمة  
رذات السود كثرة وسود  
رذات كمة لامر نختمن  
سعود

سكت ذواتية في  
منحصر صفطي



سحب كثيفة  
فلندة هو اسيا

## المناطق المشمسة

اساطق ذات نطق الأكثر حرارة في العالم هي الصحارى الحارة البعيدة قديلاً عن خط الاستواء - حيث لأجواء خلوة من السحب الدائمة التي تحجب سفع الشمس. فالأجواء في الصحراء الكبرى في إفريقيا صافية لا غيم فيها طوال أيام السنة تقريباً

سحب ومطر  
فوق اساطق  
المدارية

حوائ صافية  
فوق صحراء  
الكبرى

احوائ صافية فوق  
القارة القسبية الجديدة

## تلف المحاصيل

هوت الرياح العابية وسقوط الأمطار العريضة وأنهم الرود أثناء سيرة للمرارعين لأنها تلف مرورعائهم ومحاصيلهم لذا يحاول المسنون بأحوال الطقس بحدير المررعين من الطقس السيئ كي يحددوا ما يمكنهم من الاحتفاظ هذه الأكوام الصالحة من الترتقل في كاليفورنيا، بالولايات المتحدة، تلفت سوء الأحوال الحوتة، فعدت لا تصلح لبيع

إله الشمس  
كتر من أهل الحضارات لعديده عدوا لته حاضه لاعفدهم أنها المنزوية عن أحوال الطقس فشانر، الأرنك في المكسيك عدو إله الشمس ثوبانوتج طمع في نور شمس لإصاح محاصيلهم فدون ما يكفي من هذا الصاء كتب سدق محاصيلهم ونحو بهم لمادة ثوبانوتج، وما ثمتة، كان هوت حذا ثوبانوتج، الأرنك حتى إلهم شدو نه المعبد وقدمو، له العراس السيرة لشدة حرصهم على أسرصاصه



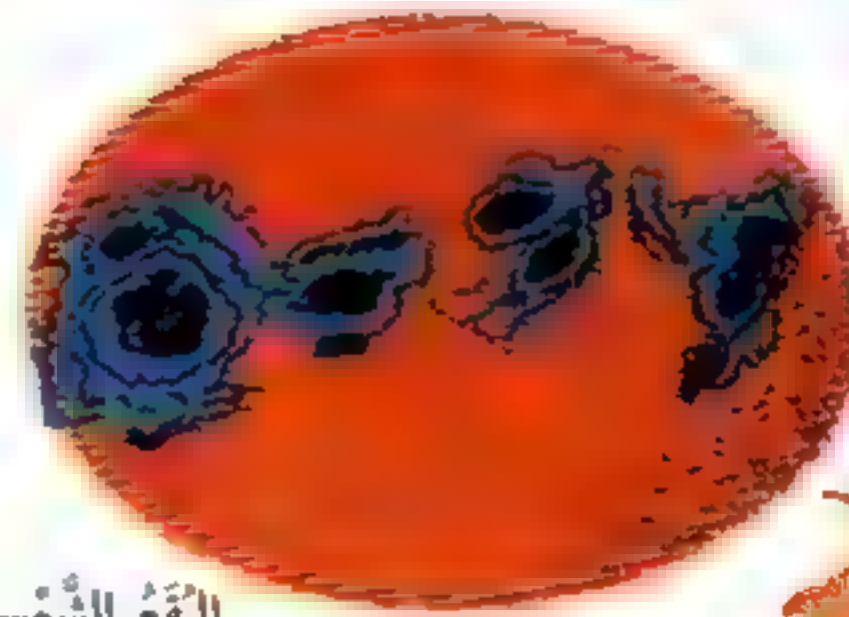


# شُعُ الشَّمْسِ

يَقْدَرُ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ لَوْ تَحَاطَّ الشَّمْسُ بِغُلَافٍ مِنَ الْجَلِيدِ سُمُّكَه ١,٥ كم، فَحَرَارَتُهَا الْمُشَعَّةُ سَتَصْهَرُ الْجَلِيدَ كُلَّهُ فِي سَاعَتَيْنِ وَيَضَعُ دَقَاقٍ. وَمَصْدَرُ هَذِهِ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ هُوَ التَّفَاعُلَاتُ النَّوَوِيَّةُ فِي بَاطِنِ الشَّمْسِ. وَتَبْلُغُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ حَوَالِي ٦٠٠٠°س؛ وَهِيَ تُشِعُّ طَاقَتَهَا فِي جَمِيعِ الْإِتْجَاهَاتِ؛ وَيَعْتَمِدُ طَقْسُنَا وَمُنَاخُنَا عَلَى هَذِهِ الطَّاقَةِ. الشَّمْسُ هَائِلَةٌ الْحَجْمِ، إِذْ يُمَكِّنُهَا أَسْتِيعَابُ مِليُونِ كَوَكَبٍ بِحَجْمِ الْأَرْضِ فِي دَاخِلِهَا؛ وَهِيَ تَبْدُو لَنَا صَغِيرَةً لِأَنَّهَا تَبْعُدُ عَنِ الْأَرْضِ ١٥٠ مِليُونِ كَم. وَرُغْمَ هَذَا الْبُعْدِ فَتُورُ الشَّمْسِ بَاهِرٌ جِدًّا بِحَيْثُ يَجِبُ عَدَمُ النَّظَرِ إِلَيْهَا مُبَاشَرَةً؛ لِأَنَّ ذَلِكَ يُؤْذِي الْعَيْنَيْنِ.

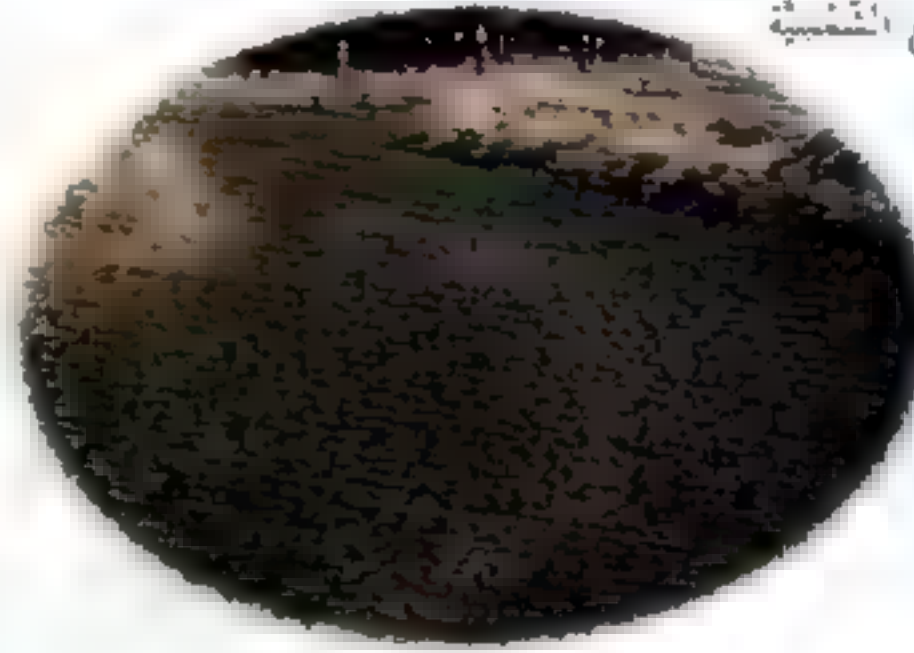
## دَوْرَةُ الْجَفَافِ

يَعْتَقِدُ بَعْضُ الْعُلَمَاءِ أَنَّ الْبَقْعَ الشَّمْسِيَّ تَوَثَّرَ فِي الطَّقْسِ. فَبِئْسَ أَنْعَدِ الْعَالَمِ، تَكَرَّرَ شُخُّ الْأَمْطَارِ دَوْرِيًّا كُلَّ ٢٢ سَنَةً تَقْرِيْبًا (أَيَّ فِتْرَةٍ دَوْرَيْنِ مُتَابِلَتَيْنِ لِلْبَقْعِ الشَّمْسِيِّ) مُسَيِّبًا جَمَافًا وَفَقْطًا شَدِيدَيْنِ. وَقَدْ أَصَابَتْ دَسْتُ أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةَ فِي الثَّلَاثِيَّاتِ وَفِي الْخَمِيسِيَّاتِ وَفِي السَّعِيدِيَّاتِ مِنَ الْقُرُونِ الْعَشْرِسَ وَإِذَا صَحَبَ طَرِيقَةُ الْبَقْعِ الشَّمْسِيِّ فَيَتَوَقَّعُ تَكَرُّرُ هَذَا الشُّخِّ أَوَّجَرَ التَّسْعِيَّاتِ مِنْ هَذَا الْقُرُونِ وَمَعْلُومٌ أَنَّهُ سَيُجَاسُ الْأَمْطَارُ نُصُفُ الْأَهَارِ وَقَدْ تَحَفَّتْ



## الْبَقْعُ الشَّمْسِيُّ

تُشَاهَدُ أحيانًا بَقْعٌ دَاكِنٌ عَلَى سَطْحِ الشَّمْسِ عَلَى دَرَجَةِ حَرَارَتِهَا عَنِ بَاقِي سَطْحِ الشَّمْسِ الْمَصْطِي، مَبْلُغٌ حَوَالِي ٤٠٠٠°س. تَوَاجَدُ فِي هَذِهِ الْبَقْعِ مَجَالَاتٌ مَغْنَطِيسِيَّةٌ وَيَتَبَيَّنُ عَدَدُهَا، رِيَادَةً وَمَقْصَاتُهَا، فِي فَتْرَةٍ دَوْرِيَّةٍ كُنَّ ١١ سَنَةً الصُّورَةُ أَعْلَاهُ الشَّعْثُ فِي ١ أَيْلُولِ (سَمْسَر) عَامِ ١٩٨٩، قَلْبُ بَضْعَةٍ أَشْهُرٍ مِنَ الشَّاطِ الْأَمْسِي لِلْبَقْعِ الشَّمْسِيِّ



## عَوَامِلُ التَّحَكُّمِ فِي الطَّقْسِ

أَحْوَالُ الطَّقْسِ نَحْكُمُهَا حَرَارَةُ الشَّمْسِ الَّتِي تَبْقَى الْهَوَاءُ فِي حَرَكَةٍ دَائِمَةٍ. فَعِنْدَمَا يَسْخُنُ سَطْحُ الْأَرْضِ، يَسْخُنُ الْهَوَاءُ الَّذِي يَلَامِسُهُ فَيَرْتَفِعُ، وَيَحُلُّ مَحَلَّهُ هَوَاءٌ بَارِدٌ؛ وَهَذَا يُبَيِّرُ الرِّيحَ كَذَلِكَ فَإِنَّ حَرَارَةَ الشَّمْسِ تُخَرِّقُ الْمَاءَ مِنَ الْبَحَارِ فَتَكُونُ السَّحُبُ وَهَذِهِ تُسْقِطُ رُخْصُونَهَا مَطَرًا عِنْدَمَا تَتَرَدَّدُ

## إِدْوَارِدُ مُونْدَر

دَهْشَ عَالِمِ الْفَلَكِ الْبَرِيطَانِي،  
إِدْوَارِدُ مُونْدَر (١٨٥١-)

(١٩٢٨)، عِنْدَمَا وَجَدَ أَنَّ

السَّجَلَاتِ الْمَوْرُوعَةِ لِنَشَاطِ

الشَّمْسِ تَبَيَّنَ أَعْدَادُ الْبَقْعِ

الشَّمْسِيِّ فِي الْفِتْرَةِ بَيْنَ عَامِي

١٦٤٥ وَ ١٧١٥، الْمَعْرُوفَةُ الْآنَ

بِأَدْوِيَّةِ مُونْدَرِ وَفِي الْفِتْرَةِ نَفْسِهَا،

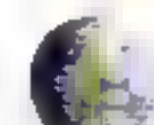
كَانَ الْبَرْدُ فِي أَوْرِبَا مِنْ شِدَّةٍ بِحَيْثُ عُرِفَتْ تِلْكَ الْفِتْرَةُ

بِالْعَصْرِ الْجَلِيدِي الصَّغِيرِ. وَقَدْ تَرَوَّجَ مُونْدَرُ مِنْ

مُسَاعَدَتِهِ أَنِّي زَيْلٌ وَعَمَلًا مَعًا؛ فَكَانَتْ إِحْدَى أَوَّلِي

عَالِمَاتِ الْفَلَكِ فِي الْعَالَمِ. وَكَانَ لِحُجَّتِهَا الْخَاصَّةِ

فُضِّلَ فِي شَهْرِيهَا



قَطْرُ الشَّمْسِ

١٠٨ أَصْعَافَ

قَطْرُ الْأَرْضِ، لَكِنْ

الْأَرْضُ كَرَّةٌ ضَخْمَةٌ

جَائِذَةٌ فِيمَا الشَّمْسُ كَرَّةٌ

غَارِيَّةٌ حَارَّةٌ

## تَرْكِيبُ شُعِ الشَّمْسِ

يُمْكِنُ مَرَكِيزُ قُدْرَةِ أَشْعَةِ الشَّمْسِ بِوَسْطِهِ عَدَسَةٌ مُكَبِّرَةٌ عَدِيدَةٌ تَحْرِقُ ثَقُوبًا فِي بَطْنِهِ مِنَ الْوَرَقِ. (الْأَحْدَاثُ لَا يَحَاطُّونَ ذَلِكَ دُونَ بَشَرَاتِ الرَّاكِبِينَ). وَفِي الْأَقْطَارِ الْجَافَّةِ الْحَارَّةِ، تُسَحِّدُ مَرَامًا مُقَوِّمَةً خَاصَّةً لِمَرَكِيزِ أَشْعَةِ الشَّمْسِ لِإِحْمَاءِ الْوَحْشِ تُسَخِّنُ يُسْتَعْمَلُ مُوقِدًا نَظْمًا.



## لِمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

لِمُنَاحَاتِ الْمُتَغَيَّرَةِ ص ٢٤٦

لِلرِّيحِ ص ٢٥٤

تَكَوُّنُ السَّحُبِ ص ٢٦٢

الْمَطَرِ ص ٢٦٤

الشَّمْسِ ص ٢٨٤

لِلْأَرْضِ ص ٢٨٧



# الفصول

تَدَوُّمُ الْأَرْضِ حَوْلَ مَحْوَرِهَا (كَالْخُذْرُوفِ) فِيمَا هِيَ تَدَوِّرُ حَوْلَ الشَّمْسِ فِي مَدَارٍ بَيْصِي الشَّكْلِ، مُتَمِّمَةً الدَّوْرَةَ الْكَامِلَةَ فِي ٣٦٥,٢٦ يَوْمًا. وَيَمِيلُ مَحْوَرُ الْأَرْضِ عَلَى مُسْتَوَى الْفَلَكَ ٢٣,٥°، بِخَيْثُ إِنَّ هَذَا الْمَيْلَ يَكُونُ نَحْوَ الشَّمْسِ فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الشَّمَالِي عِنْدَمَا الْأَرْضُ فِي جَانِبِ مِنَ الشَّمْسِ، وَبَعْدَ سِتَّةِ أَشْهُرٍ، حِينَ الْأَرْضُ فِي الْجَانِبِ الْآخَرَ مِنَ الشَّمْسِ، يُصْبِحُ الْمَيْلُ نَحْوَ نِصْفِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِي. فَبِالنَّصْفِ الْمَائِلِ نَحْوَ الشَّمْسِ تَرْتَفِعُ الشَّمْسُ عَالِيًا فِي كَيْدِ السَّمَاءِ وَتَكُونُ الْأَيَّامُ طَوِيلَةً (بِشَّهْرِهَا) وَالطَّقْسُ حَارًّا، وَالْفَصْلُ صَيْفًا. بَيْنَمَا فِي نِصْفِ الْكُرَةِ الْمُقَابِلِ، الْحَائِدِ عَنِ الشَّمْسِ، يَكُونُ ارْتِفَاعُ الشَّمْسِ أَخْفَضَ فِي تَكْبِيدِهَا السَّمَاءِ، وَالْأَيَّامُ أَقْصَرُ وَأَبْرَدُ، وَالْفَصْلُ شِتَاءً.



شَمْسٌ مُتَنَصِّفُ اللَّيْلِ

بِالنَّصْفِ الْغَرْبِيِّ مِنَ لُقْبِ الشَّمَالِي لَا نَعْبُثُ الشَّمْسُ حَالًا فَضْلَ النَّصْفِ عَلَى مَدَى عَذَّةِ أَشْهُرٍ فِي بُدَايَةِ كَيْسِدَا، يَكُونُ نَهَارٌ لِمُدَّةِ ٢٤ سَاعَةً، وَدُونَ سَبْعِ مِلَابٍ مَحْوَرِ الْأَرْضِ وَنَشْأُ هَذِهِ مَعَاقِدُ شَمْسٍ مُتَنَصِّفِ اللَّيْلِ وَيَسْبَحُ يَكُونُ فِي لُقْبِ الشَّمَالِي نَهَارٌ دَائِمٌ، يَكُونُ لَيْلٌ دَائِمٌ فِي لُقْبِ الْجَنُوبِي وَأَسْفَلَ الشَّمْسِ حَيْثُ لَا يَصْبُحُ الشَّمْسُ مُصَدِّقًا وَيَعْبُثُ حَارًّا فِي أَسْفَلِ الْأَشْهُرِ لِأَيَّةِ

## الأرضُ تَدَوُّمُ مَائِلَةً

تَدَوُّمُ الْأَرْضِ حَوْلَ مَحْوَرِهَا (وَهُوَ حَقٌّ وَخَمِيٌّ عَنِ قُلُوبِهَا لِشَمَالِي وَالْجَنُوبِي) وَهَذَا الْمَحْوَرُ لَيْسَ عَمُودِيًّا عَلَى مُسْتَوَى مَدَارِ الْأَرْضِ حَوْلَ شَمْسٍ، بَلْ يَمِيلُ عَنْهُ كَمَا أَسْفَلًا ٢٣,٥° وَهَكَذَا مِنْ أَحَدِ بَضْعِي الْكُرَةِ لِأَرْضِيَّةِ يَنْتَلِقِي شُعَاعُ الشَّمْسِ أَكْثَرَ مِنَ النِّصْفِ الْآخَرِ، وَبِالتَّالِيِ حَرَارَةٌ أَكْثَرَ نَبَاحًا لِذَلِكَ الْوَقْتُ مِنَ لَيْلَةٍ وَهَذَا لِيُغَيِّرَ فِي دَرَجَاتِ لِحَرَارَةِ عَلَى مَدَارِ سِتَّةِ يُسَبِّحُ مَقْصُورٌ

بِمِيزُ بَضْعِ الْكُرَةِ الشَّمَالِي حَوْلَ الشَّمْسِ، فَيَكُونُ صَيْفٌ

سَاطِقٌ أَقْرَبِيَّةً مِنْ حَقٍّ لِأَسْفَلِ تَنْتَلِقِي رُؤْفَ كَامِلِ حَرَارَةِ الشَّمْسِ نَهَارًا

شِتَاءٌ فِي بَضْعِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِي

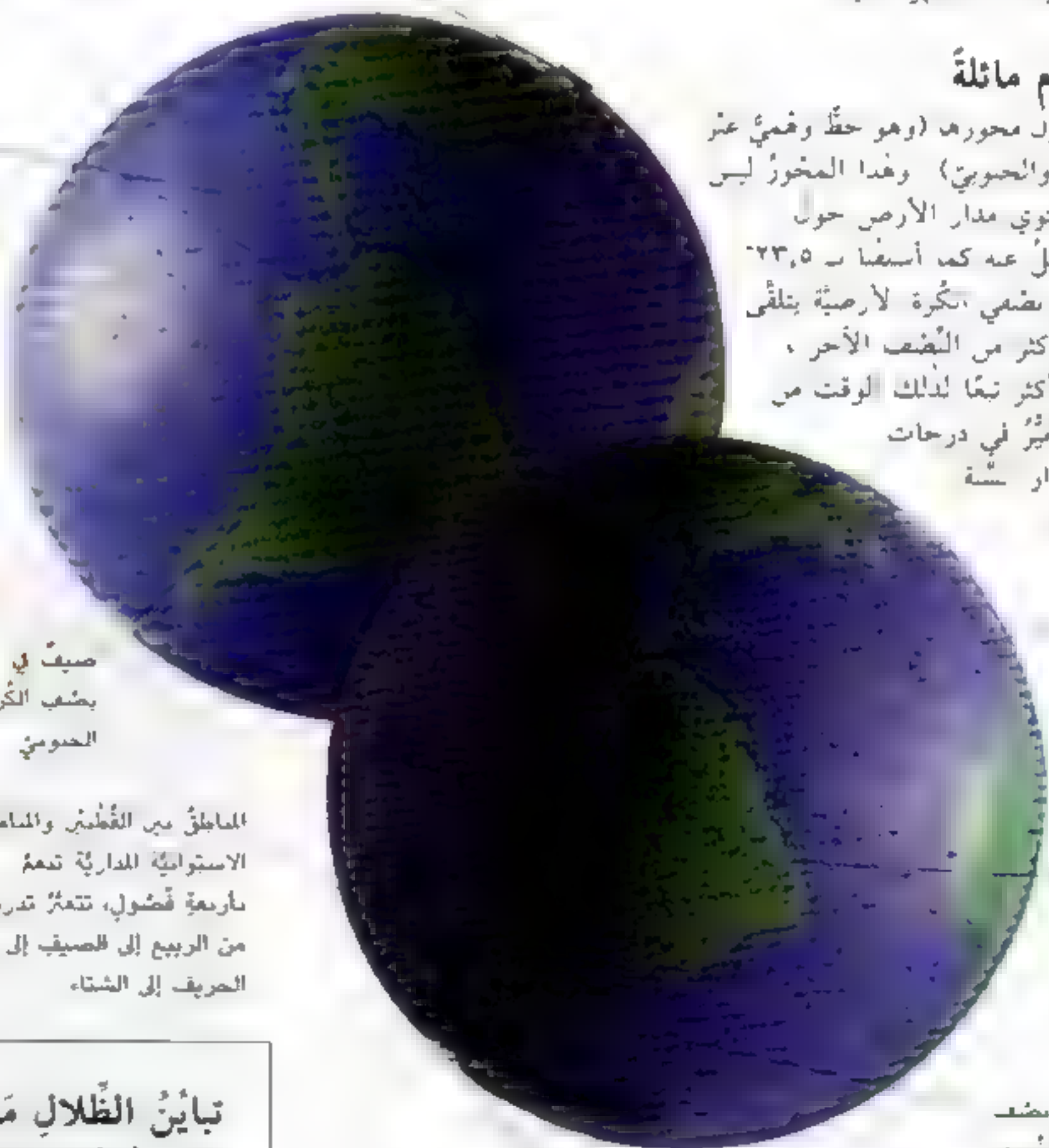
فِي الْفَطْمَنِ مَضِلَّانِ مَقْطَعُ شِتَاءٍ عَرِ مَدَى سِتَّةِ أَشْهُرٍ، وَصَيْفٌ لِمُدَّةِ ثَمَانِيَةِ أَشْهُرٍ

عِيدٌ

مِيلَادِ مُنْجَلِجِ

الْحَمَلُ وَاعْشُرُونَ مِنْ كَيْدِ الْأَوَّلِ (دَيْسَمِر) يَكُونُ شِتَاءٌ فِي بَضْعِ الْكُرَةِ الشَّمَالِي، فَتُحْفَضُ الْحَرَرَةُ، وَتَنْشِئُ أَسْمَاءُ رِلَاَرْضٍ عَادَةً فِي مِلَادِ كَالْبُرُوجِ وَكَيْدَا وَبَعْدُ سَبْعِينَ إِلَى أَرْبَعَةِ لِمَلَأَسِ الدَّفْعَةِ حَارًّا مَارِلِهِمْ

بِمِيزُ بَضْعِ الْكُرَةِ الشَّمَالِي عَنِ الشَّمْسِ، فَيَكُونُ شِتَاءٌ



صَيْفٌ فِي بَضْعِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِي

الْمَاطِقُ مِنَ الْفَطْمَنِ وَالْمَاطِقُ الْإِسْتَوَانِيَّةِ الْمَدَارِيَّةِ تَعْمَمُ بِأَرْبَعَةِ فُصُولٍ، تَتَعَدَّى تَدْرِيجِيًّا مِنَ الرَّبِيعِ إِلَى الصَّيْفِ إِلَى الْحَرِيفِ إِلَى الشِّتَاءِ

عِيدٌ مِيلَادِ حَارِ

عِيدُ لِمِيلَادِ (٢٥ كَانُونِ الْأَوَّلِ) يَوْمٌ مِنَ الصَّيْفِ فِي بَضْعِ الْكُرَةِ الْجَنُوبِي، هِيَ بُدَايَةُ كَاسْرَالِ، يَكُونُ الْفَقْصُ مُرْتَبَاً لِلْإِسْرَادِ عَلَى شَطْطِ اسْخَرِ

## تَبَايُنُ الظَّلَالِ مَوْسِمِيًّا

عَدَّ بَعْضُ أَهْلِ الْحِصَارَاتِ الْقَدِيمَةِ الشَّمْسَ، وَعَرَفُوا تَغْيِرَاتِ فُسَاوِهَا. هَذَا الْخَبَرُ فِي مَدِينَةِ إِنْكَا مِنْ مَاتَشُو بَشُو، بِبَشِيرُو هُوَ الْإِنْشِيْهُونَا - أَوْ نَصْبُ إِنْشِي، إِلَهَ الشَّمْسِ وَقَدْ لَحِظَ الْإِنْكِيُونُ تَغْيِرَاتِ طُولِ طُلُوعِ هَذَا الْحَجَرِ عِنْدَ الظُّهْرِ حَالًا لَيْلًا

فِي مُتَنَصِّفِ الشَّمَاءِ، عِنْدَمَا يَكُونُ بَضْعُ الْكُرَةِ فِي أَقْصَى نَقْدِهِ عَنِ الشَّمْسِ، يَكُونُ طَلَامٌ فِي الْفَطْمِ طَوَالَ الْيَوْمِ

لَرَبِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ أَثَرُ

تَكُونُ الْأَرْضُ ص ٢١٠  
شُعْ لَشَمْسِ ص ٢٤٢  
نَجْلُ ص ٢٦٦  
الْطَّعْدُ الشَّمْسِي ص ٢٨٣  
مَضْعُ الْفَطْمِ وَالشَّمْسِ ص ٣٨٢





# المناخ

يَعْتَمِدُ مَنَاحُ مِنطَقَةٍ مَا عَلَى مَوْقِعِهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ. فَمَنَاحُ  
المِنَاطِقِ الْقَرِيبَةِ مِنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ حَارٌّ لِأَنَّهَا تَتَلَقَّى شَعْنَ الشَّمْسِ  
مِنْ فَوْقِهَا مُتَعَامِدًا تَقْرِيبًا؛ بَيْنَمَا الْمَنَاحُ  
بَعِيدًا عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ يَكُونُ بَارِدًا  
دَوْمًا. لَكِنَّ الْمَنَاحَ لَا يَعْتَمِدُ فَقْطَ عَلَى  
بُعْدِ الْمَكَانِ عَنْ خَطِّ الْإِسْتِوَاءِ؛  
فَتَبَارِثُ الْمُحِيطَاتِ تَحْمِلُ الدَّفْءَ  
حَوْلَ الْعَالَمِ وَتُؤَثِّرُ فِي مَنَاحَاتِ  
الْيَابِسَةِ. كَذَلِكَ يَتَأَثَّرُ مَنَاحُ الْمَكَانِ بِبُعْدِهِ عَنِ الْبَحْرِ،  
وَبِارْتِفَاعِهِ عَنْ سَطْحِ الْبَحْرِ؛ فَكُلَّمَا أَرْتَفَعَ الْمَكَانُ كَانَ  
مَنَاحُهُ أْبْرَدَ عَلَى الْأَرَجَحِ. وَتُصَنَّفُ الْمَنَاحَاتُ إِلَى ثَمَانِيَةِ  
أَنْوَاعٍ رَئِيسِيَّةٍ مَعَ أَخْتِلَافَاتٍ بَسِيطَةٍ ضِمْنَ كُلِّ نَوْعٍ.

أمريكا الشمالية

المناطق ذات المناخ المعتدل  
لدا، شتاء رطب  
صيف حار.

مناخات المناطق الجبلية  
تتوقف على خط  
المرتفع والإرتفاع.

أمريكا الجنوبية

المنطقة المعتدلة

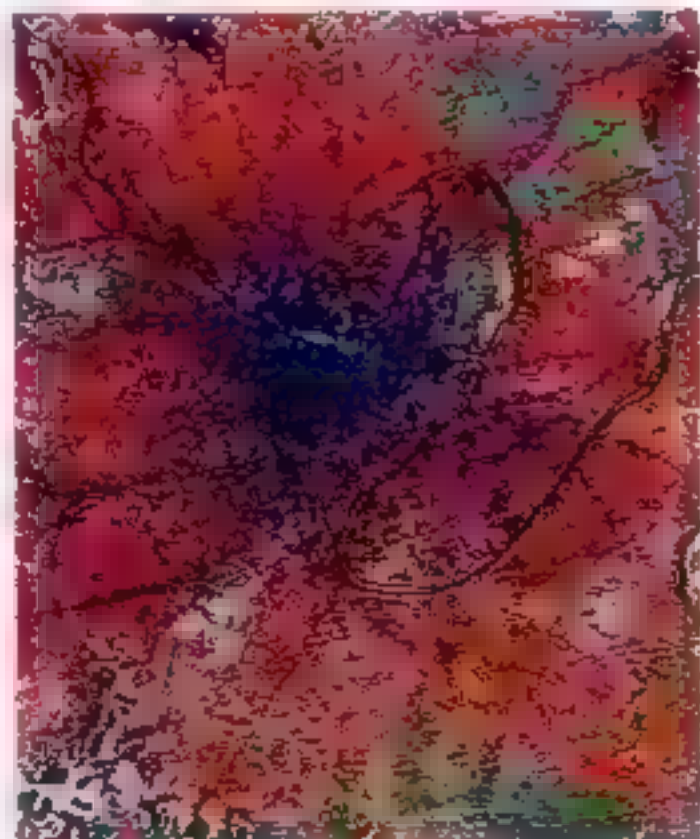
في المناطق المعتدلة المناخ قد يتقلب الطقس في أي وقت من السنة.  
فصيفها عادة ليس حارًا جدًا، وشتاؤها ليس باردًا جدًا؛ لكنها قد  
تُعاني من فترات حَرٍّ قصيرة في الصيف وتوبات من تساقط الثلج  
شديدًا في الشتاء. تقع شهور وبنومع، بالولايات المتحدة،  
ومعظم حوض البحر الأبيض المتوسط في المنطقة المعتدلة.

المناطق الساحلية

المدن المحاطة بالبحر والصغيرة الكثيرة الأرضية بسببها، كبرطانيا ونيوزيلندا، لا مكان  
فيها بعيد جدًا عن البحر، وتتمتع بمناخ معتدل صيفًا وشتاءً؛ ويعرف مناخها  
بالمناخ البحري. وفي هذا المناخ لا تحدث تغيرات كبيرة في درجة الحرارة لأن البحر  
لا يسخن ولا يبرد بسرعة كبيرة، فهو يمتص الحرارة صيفًا ويطلقها شتاءً.

مناخ صغري

المساحات الصغيرة قد تحتضر  
مناخ معين يُسمى مناخًا  
صغريًا. فمعظم المدن مغطاة  
بكتلة هوائية دائمة تدعى «جزيرة  
حرارية» أسخن بحوالي ٦°س  
من الهواء خارج المدينة. هذه  
صورة التقطها سائيل فضائي  
حاصلاً لمدينة باريس، بفرنسا،  
تبين المساحات الأكثر حرارة  
بالأزرق والمناطق الأبرد  
بالأخضر.



دليل الخارطة

- فضي
- تندرا
- حدي
- معتدل بارد
- معتدل دافئ
- صحراوي
- موسمي
- «ستوائي مداري»

المناخ الاستوائي المداري

مناطق المناخ الاستوائي المداري تقع حول خط الاستواء  
في نطاق خطي العرض ١٠° شمالاً و ١٠° جنوباً. صيفها  
حار دوماً. تسرع درجة الحرارة بين ٢٤° و ٢٧°س  
ونصفها توبات مستطمة من المطر الغزير على مدار السنة،  
لكن لا يقل إجمالي تساقط عن ١٥٠ سم وهذه  
الظروف المناخية مثالية للمحاصيل المطرية.



## المناخ القطبي

مناخ الأشكال قطبي بارد جدًا وجاف تصحبه رياح قوية؛ والشمس حوًا خفيفة في الأفق حتى في منتصف النهار. ترتفع درجة الحرارة صيفًا بالقرب من السواحل إلى حوالي ١٠°م فقط، أما في الداخل فالبرودة أشد بكثير.

المناطق التندراوية  
المناخ برودة  
خفيفة كمية المطر،  
وضيقها قصير.

أوروبا

آسيا

إفريقية

إندونيسيا

أستراليا

## المناخ الموسمي

في مناطق المناخ الموسمي، تتغير الفصول فجأة من رطب إلى جافة. في شمال غرب الهند نهج من الشمال الشرقي رياح جافة بأعوار بعيدًا عن البر على مدى نصف السنة ثم على مدى نصف السنة الآخر نهج رياح الشعر من الجنوب الغربي حامية أمطارًا غزيرة

## المناخ الصحراوي

في مناطق المناخ الصحراوي تقل كمية المطر المساق سوى عن ٢٥ سم. ولا توجد عادة سحابة تطفئ حرارة الشمس بهارًا أو تخفف الذل. نيلًا. لذا فالنهار حار جدًا (قد تبلغ فيه درجة الحرارة ٥٢°م)، والليل بارد جدًا. هذه صحراء الأبراج الطبيعية في غرب أستراليا.

نيوزيلندا

في مناطق المناخ المعتدل المارة يتساقط المطر على مدار السنة، ويكون الصيف حارًا نوعًا والشتاء باردًا.

## تصميم المباني لثلاثم الطقس

يتميز الناس بيوتهم لتلائم مع المناخ. ففي أقصى الشمال، حيث المناخ مبلج دائم، تُشاد البيوت المؤقتة من قطع الثلج والجليد كأكواخ الإسكimo المؤقتة. وفي المناخ الحار، تُجعل البيوت مسيجة قليلة المحدرات الداخلية فيما يسهل دوران الهواء. وفي المناطق الموسمية تُشاد البيوت عاكسة مرفوعة على ركائز لتفادي غمر المياه. وفي المناخ الصحراوي، تُطلى المباني باللون الأبيض ليعكس حرارة الشمس وفي الأماكن المشجة شدة تُجعل سُقوف البيوت شديدة الارتفاع كي يريق الشع عنها بسهولة.



بيت شديد  
أنحدار السقف  
في السودان



بيت مطلي باللون  
الابيض في مصر،  
إفريقية



بيت مرفوع على  
ركائز في الهند،  
آسيا



كوخ مؤقت في  
الاشكوا بأمريكا  
الشمالية

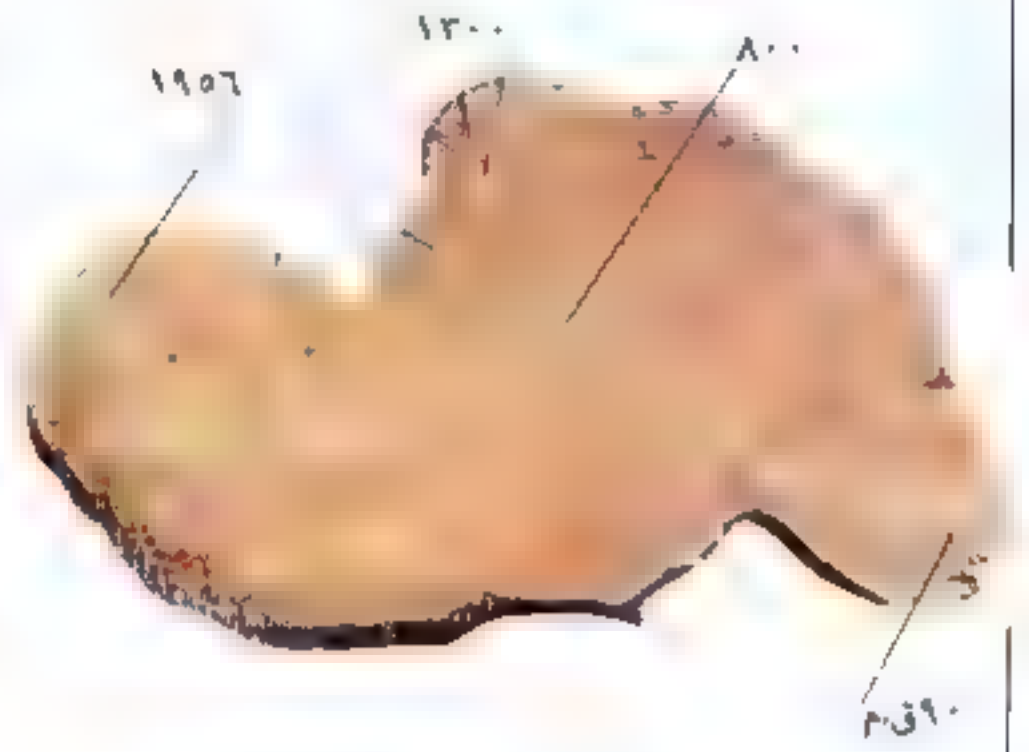
### لمزيد من المعلومات انظر

- انتقال الحرارة ص ١٤٢
- الفصول ص ٢٤٣
- المناخات المتغيرة ص ٢٤٦
- درجات الحرارة ص ٢٥١
- الصحاري ص ٣٩٠
- مناطق القطبين والتندرا ص ٣٨٢
- الجبال ص ٣٨٤
- حقائق ومعلومات ص ٤١٦



# المناخات المتغيرة

مناخات العالم دائمة التغير. في الماضي، كان العالم أحياناً أكثر سخونة مما هو عليه اليوم، وأحياناً أكثر برودة. فمُنذ أكثر من ٦٥ مليون سنة، أيام كانت الدينوصورات تجوب الأرض، لم يكن هناك فلانيس جليدية قطبية، وكانت النباتات المدارية تُغطي ما هي اليوم مناطق معتدلة. وخلال بعض الأوقات في المليون سنة الماضية امتدّت المثاليج الضخمة والغطاءات الجليدية من مناطق القطبين لتُغطي مساحات شاسعة من سطح الأرض. وقد نكونُ مُقبلين مُستقبلاً على عصر جليدي، أو ربّما مداري، جديد - لأن المناخات تتغير، لا طبيعياً فقط بل، بواسطة الأنشطة البشرية أيضاً.



## دراسة حلقات النمو في الشجر

يستطيع العلماء دراسة حلقات النمو في الحشب القديم لتفسي تغير المساحات، وهذا ما يُعرف بعلم المناخ الشجري. فمُسوح أشجار لفسوبر لكاليفورنيا الهلبي الكبيران يُبين المناخات التي سادت منذ ٩٠٠٠ سنة حتى اليوم - حلقة النمو السميكة تعني قسماً مُلائماً لِمُسوح الأشجار في تلك السنة؛ فيما تعني الحلقة الرفيعة قسماً بارداً جداً أو جافاً جداً.

## العصر الجليدي الكبير

يُعتقد العلماء أنّا نعيش اليوم في عصر دافئ بين عصريين جليديين. فخلال عصور جليدية سابقة امتدّت العطاءات الجليدية فوق أمريكا الشماليّة وشمال غرب أوروبا وروسيا. ولعلّها عشت جرينلند والقارة القطبية الجنوبية مُعظم الوقت، لكن بأقدار متفاوتة. ويُقدّر بعض علماء المناخ أنّ الأرض شهدت فترات دفء فاصلة بين ١١ عصرًا جليدياً على الأقلّ خلال عصر جليدي كبير بدأ منذ ٣ ملايين سنة.

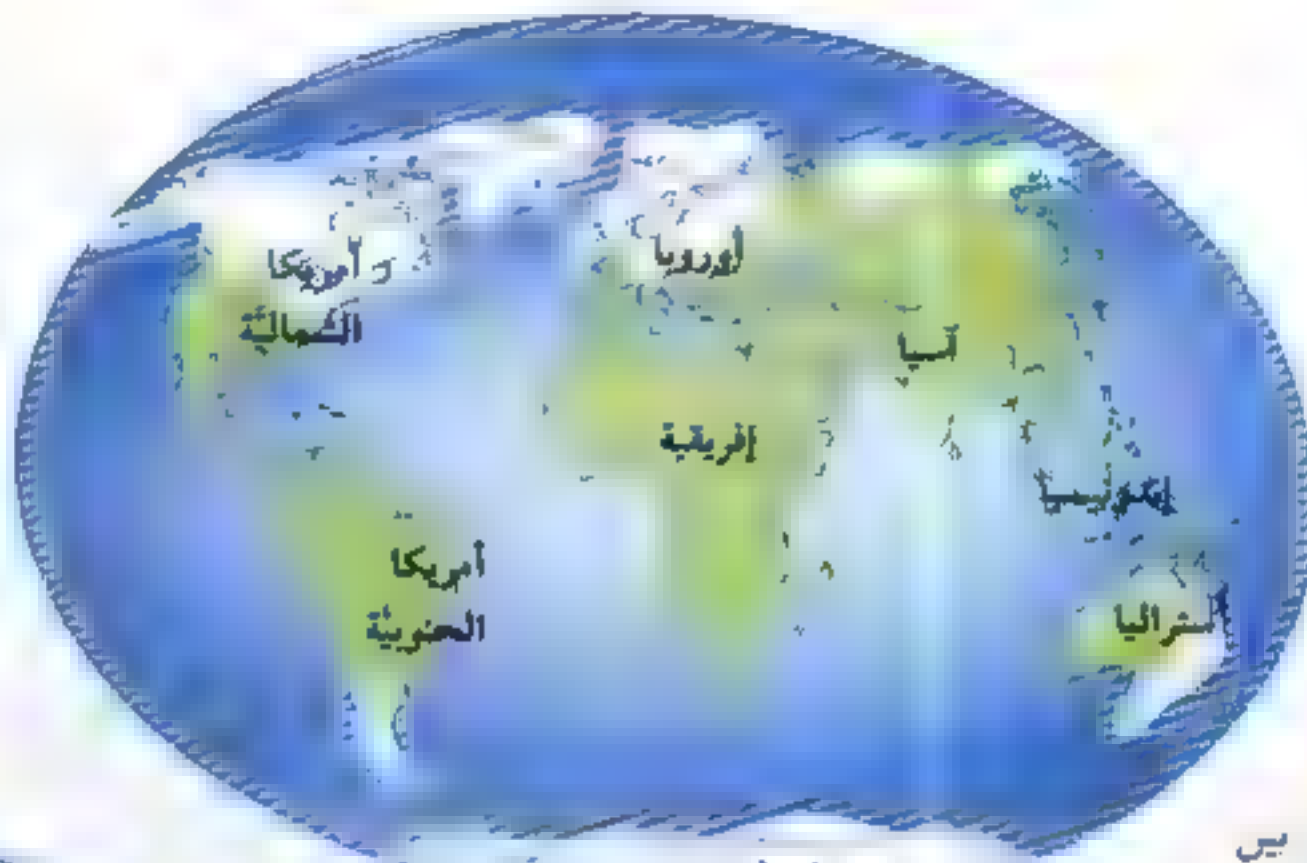


## العصر الجليدي الصغير

العالم كان أبرد مما هو عليه اليوم بشكل ملحوظ على مدى مُعظم الألف سنة الماضية. فقد شهد فترة باردة بين سنة ١٥٥٠ وسنة ١٨٠٠ عُرفت بالعصر الجليدي الصغير. وفي أصوأ فصول الشتاء الدودة في القرنين السابع عشر والثامن عشر، شمل التحمّد حتى بهر النيمر في لندن، بإكترا، فقامت معارض الشتاء فوق النهر المتجمّد. وحتى مُد عهد قريب، عام ١٨٩٥، تحمّد بهر النيمر خربثاً، كما تُبيّن صورة جسر لندن أعلاه ومُندب، ارتفع مُعدّل درجة حراره العالم بصف درجة فهرنهايت (متوتة).

## الجليد الأقصى

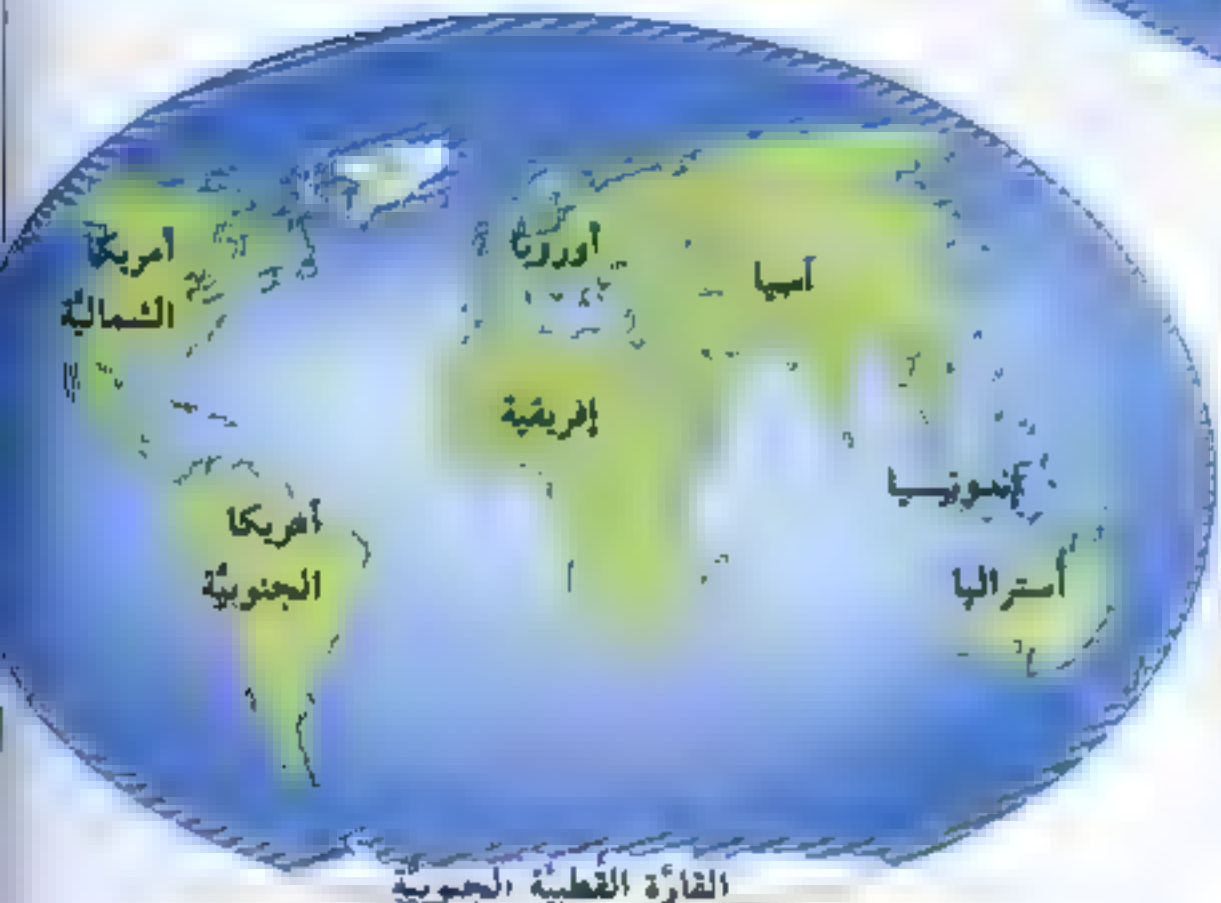
العصر الجليدي الأخير كان في أوجهِ مُدّ حوالي ١٨٠٠٠ سنة فامتدّ الجليد من القطب الشماليّ حتى البحيرات الكبرى، في أمريكا الشماليّة، جنوباً، كما غطى مُعظم بريطانيا واسكتلندا. وكانت هناك كتل جليدية أصغر في نصف الكرة الجنوبيّ.



القارة القطبية الجنوبية

## الغطاء الجليدي اليوم

يبدو لنا الغطاء الجليدي في وقتنا الحاضر عادياً بامتداده على مساحات صغيرة بساً؛ لكنّ الأرض، على مدى تاريخها الطويل، قلّما احتوت هذا العنصر.



القارة القطبية الجنوبية

## جيمس كروول

العالم البريطاني، جيمس كروول (١٨٢١-١٨٩٠) نشأ في بيرث باسكتلندا، وترك المدرسة في سنّ الثالثة عشرة، لكنّه تابع دراساته بنفسه ونقذ أن تقلّت في وظائف عديدة، عُيّن عام ١٨٥٩، قِيماً للمُتحف الأندرسوني في غلاسكو، باسكتلندا؛ وفي عام ١٨٦٤، شَر بطرية مُعاهدتها أن



العُصور الجليدية قد سبّتها التغيّرات في ميلان محور الأرض وفي مدارها حول الشّمس كما لُحظ كروول أن هذه التغيّرات، التي تعاقبت على دورات امتدّت آلاف السّنين، سبّبت تغيّرات في تساويّ الفصول، وهذا بدوره كان السبب في دفء الأرض أو برودتها.





## التَّوَرَانُ الْبُرْكَانِي

قد نَشَتْ تَوَرَانُ الْبُرْكَانِي فِي تَعْيَرِ الشَّمَاخِ؛  
وَالْعَارُ الْمَقْدُونُ عَالَتْ يَفِي الْكَثِيرِ مِنْهُ فِي  
لَحْوَ عَامِ ١٩٩١، نَارُ بُرْكَانُ جَلِ  
بِيَانُوبُو، فِي الصَّبِيحِ، قَادِمًا شَحِيحًا صَحْمَةً  
مِنْ السُّمُوتَاتِ، فِي الْهَوَاءِ، انْتَشَرَتْ حَوْلَ  
الْعَالَمِ حَاجِيَّةُ حَرَارَةِ الشَّمْسِ، فَانْقَضَ  
مُعَدَّلُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِي الْعَالَمِ يُضْفِ  
دَرَجَةً بِسَلْسُوسٍ عَلَى قَدَى بِضْعَةِ شُهور.

٢٠° س

١٠° س

٢٠° س

١٠° س

## تَزَايِدُ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ

يَحْرَقُ الْبَاسُ الْفُخْمَ وَالْقَطْرَ،  
وَيَنْفُخُونَ الْعَادَاتِ الَّتِي تَمْتَصُّ  
أَشْدَرَهَا ثَانِي أُكْسِيدِ  
الْكَرْبُونِ، وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ  
أَزْدَادَتْ كَمِيَّةُ ثَانِي أُكْسِيدِ  
الْكَرْبُونِ فِي الْهَوَاءِ بِنِسْبَةِ ٢٥  
بِالْمِئَةِ مِذَّ الْعَامِ ١٨٨٠.

ك. أ. (جُزْءٌ بِالْمِليُونِ)

٢٨٠

٢٧٠

٢٦٠

٢٥٠

٢٤٠

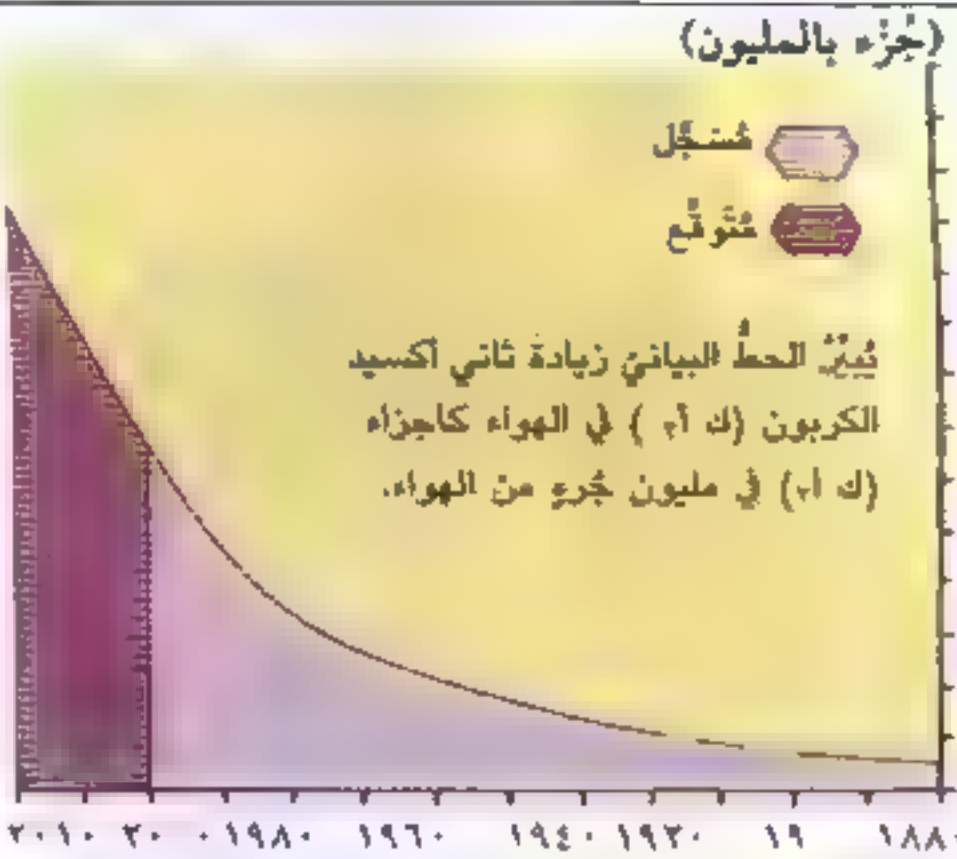
٢٣٠

٢٢٠

٢١٠

٢٠٠

٢٩٠



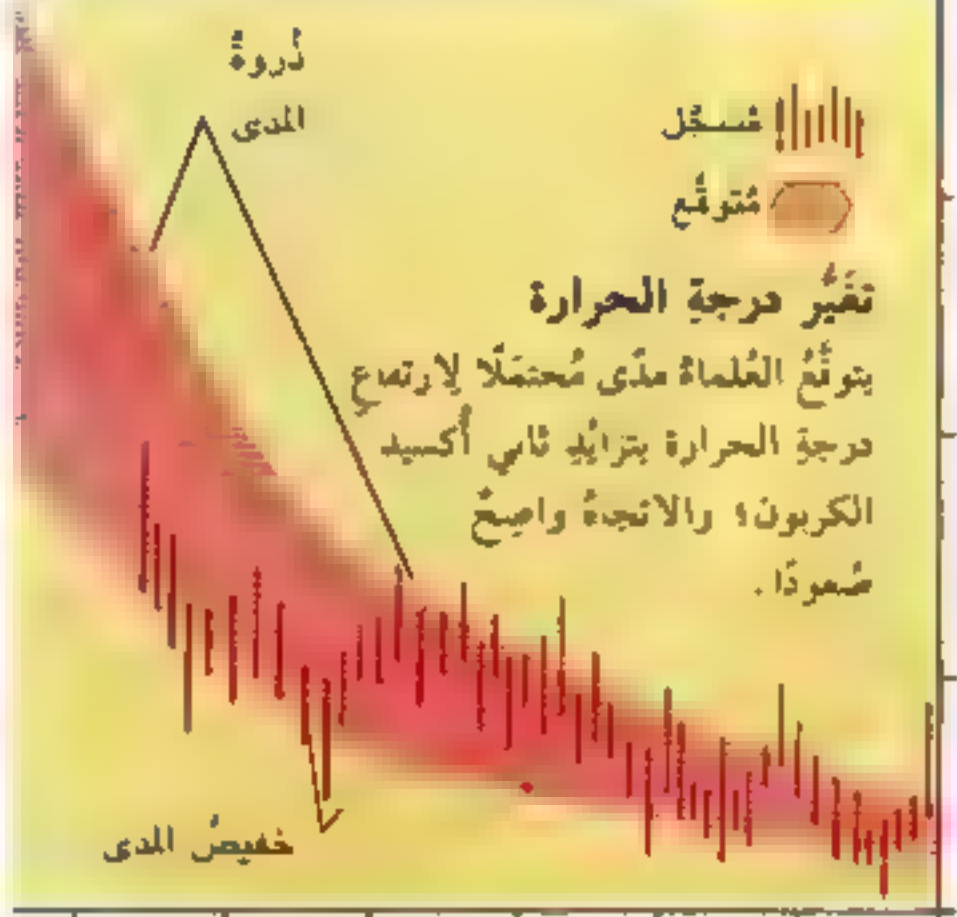
يُمَيِّزُ الْحِطُّ الْبَيَانِي زِيَادَةَ ثَانِي أُكْسِيدِ  
الْكَرْبُونِ (ك. أ.) فِي الْهَوَاءِ كَأَجْزَاءِ  
(ك. أ.) فِي مِليُونِ جُزْءٍ مِنَ الْهَوَاءِ.

## تَغْيِيرُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

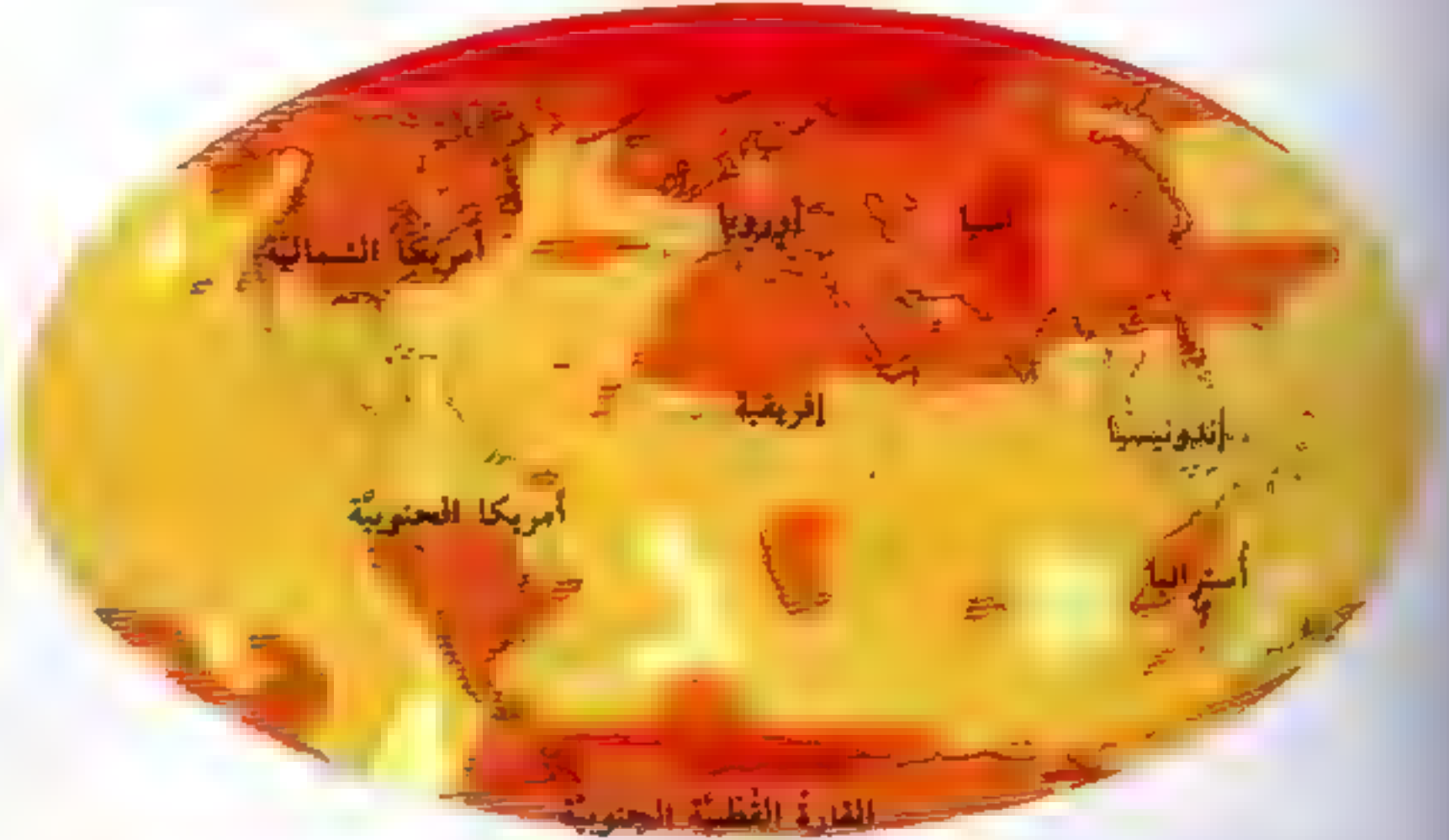
لا مَعْبُرَ

١٠° س

٠° س



يَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ مِذَى مُحْتَمَلًا لِأَرْتِفَاعِ  
دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ بِتَزَايِدِ ثَانِي أُكْسِيدِ  
الْكَرْبُونِ؛ وَالْأَنْجِدَاءُ وَاصْبَحَ  
صُعُودًا.



## الْخُمُوتُ الْعَالَمِي

هَذَاكَ أَسْبَبَتْ طَبِيعَةً نَسْخِي حَوْ الْأَرْضِ، لَكُنَّ الْبَاسُ أَيْضًا يُسَهِّمُونَ فِي الْخُمُوتِ الْعَالَمِيِّ بِفَرْطِ  
إِنْتِاجِهِمْ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ وَغَازَاتٍ أُخْرَى تُعْرَفُ بِعَارَاتِ الدَّفِئَاتِ. هَذِهِ الْعَارَاتُ تَحْتَسِرُ  
الْحَرَارَةَ، وَتَمْتَنِعُهَا مِنْ أَنْ تَسْرُبَ إِلَى الْفَضَاءِ؛ مِنْهُ بِذَلِكَ تَعَزَّزُ ظَاهِرَةُ الدَّفِئَاتِ. وَإِذَا لَمْ يُكْحَمْ  
أَنْدَاقُ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ وَغَازَاتِ الدَّفِئَاتِ الْأُخْرَى فِي الْجَوِّ فَسَيَسْخُنُ الْعَالَمُ بِسُرْعَةٍ.  
وَيُمَيِّزُ التَّوَقُّعُ الْحَاسُوبِيُّ الْمُقَابِلُ زِيَادَةَ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ عَامَ ٢٠١٠، بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ دَرَجَاتِ  
الْحَرَارَةِ عَامَ ١٩٥٠

## تَغْيِيرُ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ

١٦ سم

١٢ سم

٨ سم

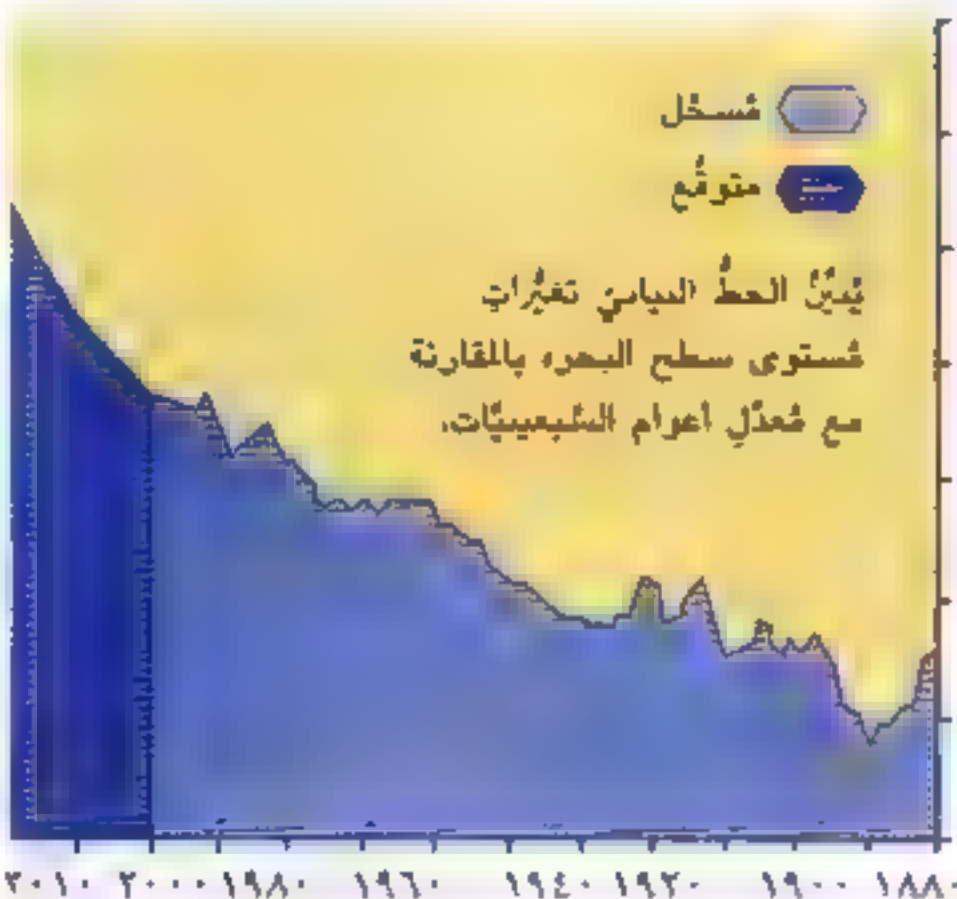
٤ سم

٠ سم

- ٤ سم

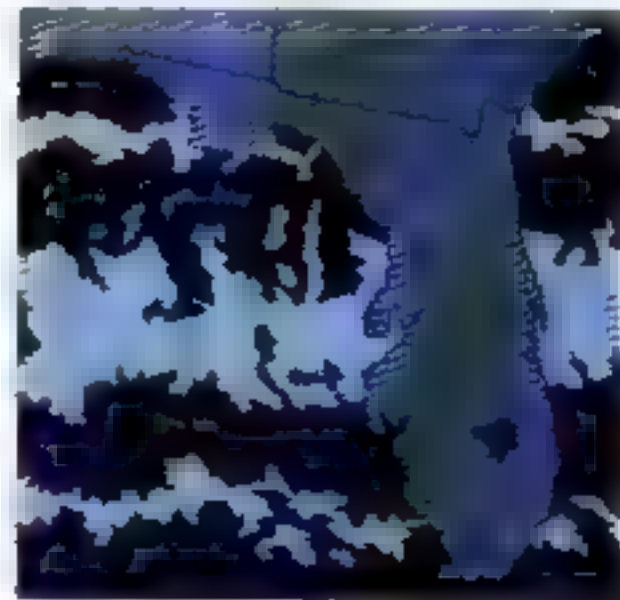
- ٨ سم

- ١٢ سم

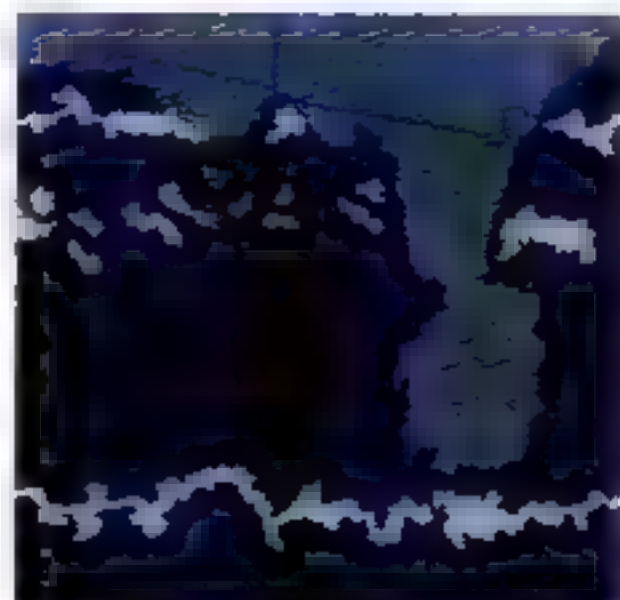


يُمَيِّزُ الْحِطُّ الْبَيَانِي تَغْيِيرَاتِ  
مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ بِالْمُقَارَنَةِ  
مَعَ شُعْدَلِ أَعْوَامِ الشَّعْبِيَّاتِ.

حِطُّ الشَّاهِلِ فِي  
فُلُورِيدَا حَالِيًا.



أَرْتِفَاعُ ٣ م فِي مُسْتَوَى  
سَطْحِ الْبَحْرِ.



## تَغْيِيرَاتُ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ

يَتَوَافَقُ الْإِرْتِفَاعُ الْإِجْمَالِيُّ لِمُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ مِذَّ الْعَامِ ١٨٨٠ مَعَ  
أَرْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ. وَهَذَا يَتَوَافَقُ تَمَامًا مَعَ مَقْدَارِ التَّمَدُّدِ الْمُنْتَظَمِ  
فِي طَبَقَةِ الْمَحِيطَاتِ الْعَالِيَا فِيمَا لَوْ سَخُنَتْ دَرَجَةُ سَلْسُوسٍ.

## أَرْضِي تَغْمَرُ مُسْتَقْبَلًا

مَنَاطِقُ الْعَالَمِ الْخَفِيفَةُ سَيَتَمُّهَا الدَّمَارُ الشَّامِلُ  
إِنَّمَا مَا أَسْتَمِرَّ الْخُمُوتُ الْعَالَمِيُّ وَأَرْتِفَاعُ مُسْتَوَى  
سَطْحِ الْبَحْرِ. وَيُمَيِّزُ التَّوَقُّعُ الْحَاسُوبِيُّ الْمُقَابِلُ  
تَأْثِيرَ أَرْتِفَاعِ ٣ م فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ عَلَى  
فُلُورِيدَا، بِالْوَلَايَاتِ الْمُتَحِدَةِ، وَيُمْكِنُ خُذُوتُ  
ذَلِكَ حِلَالِ الْمِئَةِ السَّنَةِ الْقَادِمَةِ.

## لِمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- تَكُونُ الْأَرْضُ مِنْ ٢١٠
- لِبَرَائِكِي مِنْ ٢١٦
- الْحِلْدِ وَالْمَنَالِيحِ مِنْ ٢٢٨
- الْمُؤْمَرِ مِنْ ٣٦٢
- ذَوْرَتُ فِي الْعِلَافِ الْخَبُونِي مِنْ ٣٧٢

## شَوَاهِدُ الْمُنَاقِصَاتِ الْغَائِبَةِ

يُنْشَأُ نَعَارُ فِي هَذِهِ الْجِدَارِيَّةِ الْكَهْفِيَّةِ الْقَدِيمَةِ  
الَّتِي تَطْهَرُ مِنْ شَيْءٍ نَرَعِي فِي الْهَضْبَةِ الْجَرْنَرِيَّةِ  
بِهِرْمِيَّةٍ وَهَذِهِ الْمَنْطِقَةُ صَحْرَاوِيَّةٌ حَالِيًا وَعَمِيَّةٌ  
اَنْصَحَرُ فِي فِي مِشْمِ مِنْهَا سَبِيحَةٌ طَبِيعِيَّةٌ يُتَعَيَّرُ  
الْمُنَاقِصَاتِ، كَمَا أَنَّ لَهَا سَبِيلَهُ الشَّرِيفَةَ ذَوْرًا مِنْهَا أَيْضًا



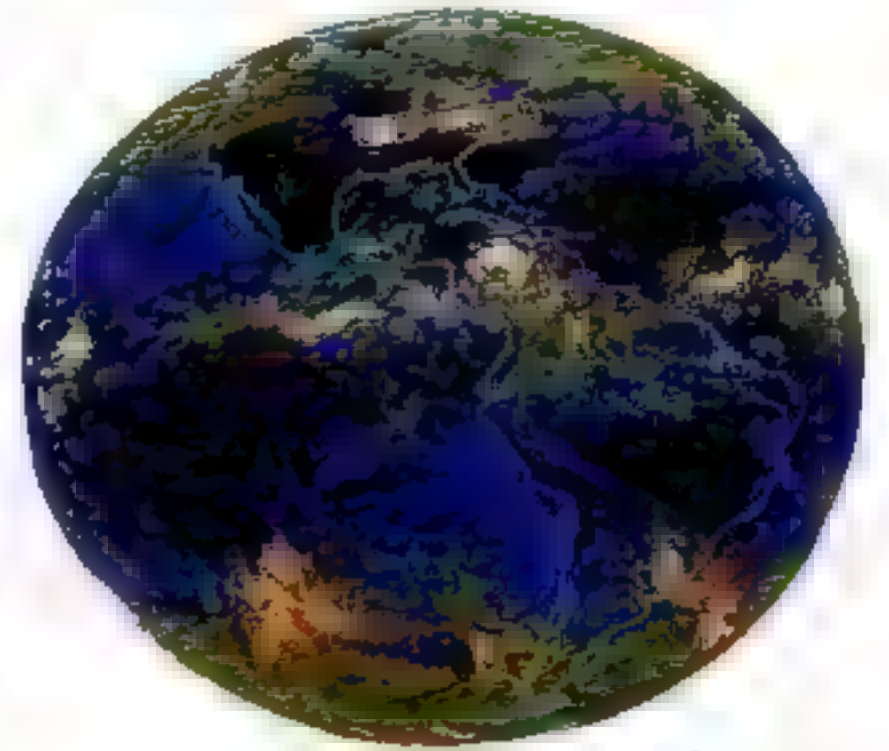


# الجوّ

الحياة على كوكب الأرض ما كانت ممكنة بدون الجوّ، فهو الغلاف الغازي الذي يقيها شعّ الشمس ويوفر ظروف الحياة الملائمة ليعيش الحيوان والنبات. الكواكب الأخرى لها أجواء أيضا لكنها مختلفة جدًا. فجو الزهرة كثيف ثقيل يزيد ضغطه مئة مرة عن الضغط الجوي على الأرض. وتلّف جو الزهرة سحب كثيفة تزيد من قدرته على احتباس حرارة الشمس فتصل درجة الحرارة إلى  $480^{\circ}\text{C}$ ، مما يجعل تواجده الماء في حالة السيولة معدومًا.

بالمقارنة، فإنّ جو المريخ رقيق (ضغطه جزء في المئة من الضغط الجوي على الأرض) فلا يعيق شعّ الحرارة التي تصله، على قليلها، بسبب بُعد الكوكب، فتهدّط درجة الحرارة إلى  $-120^{\circ}\text{C}$ ، مما يستحيل معه تواجده الماء سائلًا. وهكذا يلاحظ أنّ الظروف المتوافرة في

جو الأرض، وهي وسط بين الظروف على المريخ وعلى الزهرة، هي الظروف المثالية للحياة كما نعرفها.



## تصوير الأرض من الفضاء

نستطيع لشوّن العاصفة لبقاظ ضوء بالأرض ثلاثة أطوال موجية مختلفة في الوقت نفسه فالضوء بالأشعة فوق الحمراء يبين تعبيرات درجة الحرارة - بالأصفر والأخضر والأحمر والأبيض، من الحار إلى بارد. وتبين الصور العادية البنية والحجر، كما تبيّن صور أخرى كمية بخار الماء في الهواء.

الغلاف الجوي الخارجي (الإكسوسفير)

## طبقات الجوّ

يتألف الجو من خمس طبقات رئيسية هي: الغلاف السفلي (التروبوسفير)، والغلاف المتوسطي (الستراتوسفير)، والمتوسط (الميزوسفير) والغلاف الحراري (الثيرموسفير)، والغلاف الخارجي (الإكسوسفير) وسحب الهواء بالارتفاع، لذا يتردّد متسلقو الحدال العاليه بالإكسجين للشمس فالغلاف الجوي السفلي هو الطبقة الوحيدة التي نستطيع الكثافة الكثبة التنفس فيها طبيعيًا



## نطاق حوّل الأرض

هذه الصورة المستقطبة من الفضاء عند غروب الشمس، تبيّن نطق لاهواء لغشبية الارتفاع (واستحسنة الكثافة)، كما تبيّن هبوط نطاق الغلاف الجوي بمحتلب أقسامه شيئًا

الثيرموسفير

الميزوسفير

الستراتوسفير

طبقة الأوزون

التروبوسفير

## الستراتوسفير

يمتد الستراتوسفير إلى ارتفاع تقارب  $50\text{ كم}$  فوق سطح الأرض وتردّد درجة الحرارة في هذه الطبقة من حوالي  $-60^{\circ}\text{C}$  في أسفلها إلى ما فوق درجة التجمّد قليل في قسمها العلوي وتتمثل الستراتوسفير على طبقة من غاز الأوزون تمتص الأشعة فوق البنفسجية المؤددة من شعّ الشمس وتعمل السبوت المتراصة أحدثت تظهر ثغرات في طبقة الأوزون هذه

## التروبوسفير

الظروف والأحوال الحوثة يحدث في طبقة غلاف السفلي المعروفة بالتروبوسفير ويمتد هذه لطبقة ارتفاع حتى  $10\text{ كم}$  فوق سطح الأرض عند خط الاستواء، وحوالي  $10\text{ كم}$  عند القطبين وترتفع فيها  $\frac{1}{4}$  كغلة لغلاف الجوي كله

## الإكسوسفير

ترتفع طبقة الغلاف الجوي الخارجي قرابة  $900\text{ كم}$  فوق سطح الأرض واهواء فيها رقيق قليل الكثافة جدًا، وتشتبه جزئيًا بالغازات بالانفلات نحو الفضاء الخارجي

## الثيرموسفير

يرتفع أعلى ثيرموسفير حوالي  $450\text{ كم}$  فوق سطح الأرض وهذه المنطقة هي الأشد حرارة، لأنّ خربت الهواء لقيده فيها يمتص الإشعاع الوارد من الشمس فتصل درجة لحرارة في علاها  $2000^{\circ}\text{C}$

## الميزوسفير

يرتفع أعلى الميزوسفير قرابة  $80\text{ كم}$  فوق سطح الأرض ويهدّط درجة الحرارة في الميزوسفير إلى ما دون  $-100^{\circ}\text{C}$  وهي أسخن في قسمها السفلي لأنه يكتسب حرارة من الستراتوسفير أدناه

## ارتفاع الغلاف الجوي

يمتد غلاف الجوي ضخمًا فوق سطح الرأس حوالي  $1000\text{ كم}$ . وقد يبدو ذلك كثيرًا للوهلة الأولى لكنه ليس كذلك بالمقارنة حتى مع المسافات على سطح الأرض فالمسافة في سياره سباق يقطع مثل هذا الوقت تستطيع أنت المشي مسافة أكثر من ارتفاع التروبوسفير

100 كم





## طبقة الطقس

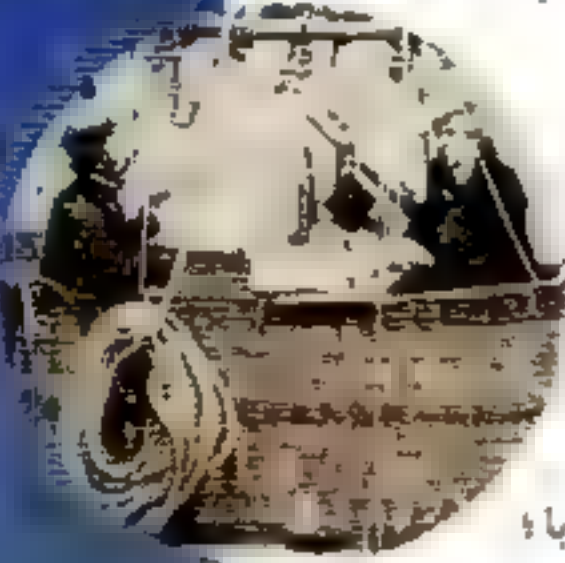
يسمى الغلاف الجوي (التروبوسفير) أحياناً طبقة الطقس وهو الطبقة التي يحدث فيها الحمل الحراري - حيث يرفع الهواء الساخن ويهبط الهواء البارد - سحلاً منحلته كما تتكون السحب في هذه الطبقة أيضاً، حاملة معها الأمطار والثلوج، وتحتبس السحب في التروبوسفير لأن الغلاف الطبقي (الستراتوسفير) فوقه أسخن، فيشكل عشاء له أقد درجة حرارة التروبوسفير وتهبط من مغدلي ١٥ م في أسفله (سطح الأرض) إلى - ٦٠ م في أغلاه المسقى أتروبوبوز (منطقة الركود).



## جيمس جليشر

كان المتطادي الإنكليزي، جيمس جليشر (١٨٠٩-١٩٠٣) من المهتمين بدراسة الجو أيضاً. وقد صعد بصحبة هنري كوكسويل في متطاد إلى أعالي التروبوسفير فكتشما تناقص درجة الحرارة بالارتفاع -

درجة لكل ارتفاع ١٥٠ م وفي إحدى طلعايه المتطادة أعني على جليشر لأنه لم يكن مؤزداً بحمار أكسجين للتنفس ولا سرة مكينة وفي العام ١٨٤٨، بدأ جليشر يعد السرة الحوية لحريدة الدلي بيوز اللدنيه للمرة الأولى في أوروبا، كما أعد أيضاً بعض جداول الطقس اليومية الأولى.



## السحب المذرة

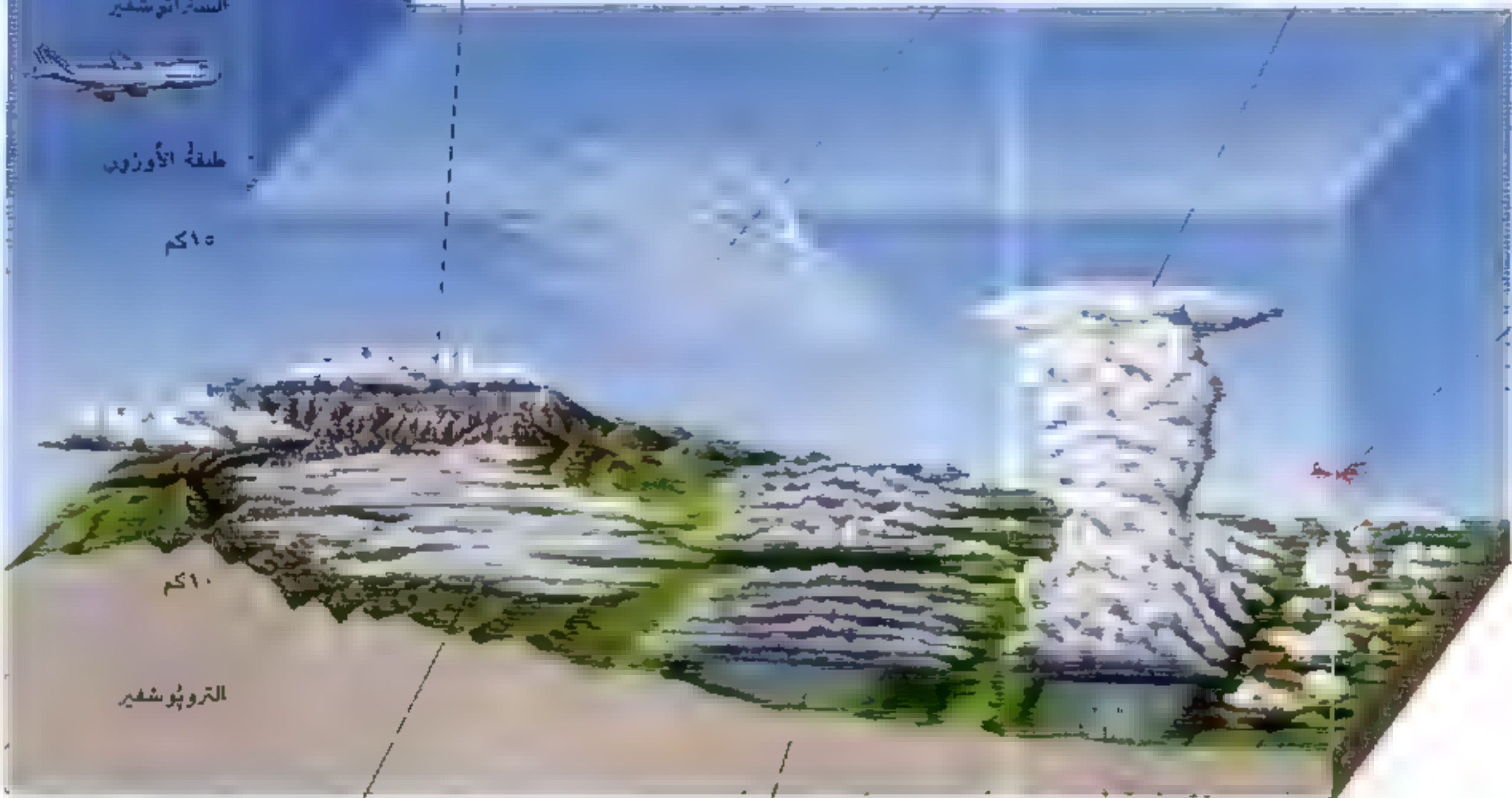
دعواصف قد تعلو إلى قرابة ١٥٠٠ م.

السحابة هي أعلى السحب ارتفاعاً إذ تتكون في أعلى التروبوسفير

يرتفع الهواء أثناء عبوره الجبال. وهذا غالباً ما يحفل الطقس مختلفاً على جانبيها.

الطيران عبر التروبوسفير قد يكون كثير المصنات بفعل الهواء متحرك

تتكون سحب صغيرة مساءً متفحة عندما يرتفع كتل فداعة من الهواء الدافئ فتزد



جميع السحب تقريباً تتكون في القشرة أو الإثنى عشر كيلومتراً السفلى من الجو

الهواء شمس متحار الماء الذي يتكثف قطرات مائية في بعض السحب وينظم مطراً

البرق يسببه تراكم الكهرباء الساكنة في السحب التي تراقق العواصف.



## تلوث الهواء

تنبأ أئمة الشمس المشعة غير هذه الباعدة في كاتدرائية القديس بطرس في روما، بيطالب، أن الهواء، يرحل بجسيمات العبار والأوساخ التي لا تشاهد في معظم الأوقات. ولو نعتن مديلاً أيضاً نطقاً خارج نايديك في يوم عاتم هادي جاف ثم تمحطه بعد جلة ساعات، ستجد أن احديك قد أتسخ بعلية حارحاً محضو إذا كتب في مدي صاعته. فحان المصانع وأذجة البارت تلوث الهواء وأحياناً تحسن بعض الملوثات في الطبقة المتاخمة للأرض فستتسبب مشاكل في السفس والبهات في الغيوم

## لمزيد من المعلومات أنظر

- كيمياء الهواء ص ٧٤
- استدال الحرارة ص ١٤٢
- السحب ص ٢٦٠
- تكون السحب ص ٢٦٢
- سؤ بالأحوال الحوية ص ٢٧٠
- عطارذ ولزهرة ص ٢٨٦
- الرياح ص ٢٨٩
- فورات في الغلاف الخيوي ص ٣٧٢
- البشر وكوكبهم ص ٣٧٤



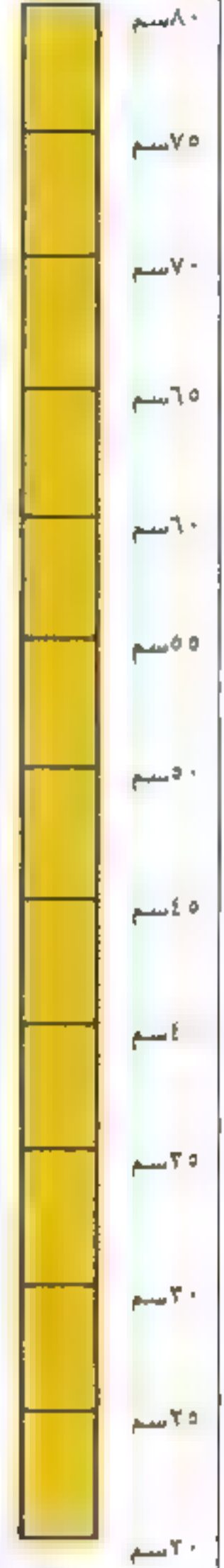
# ضَغْطُ الهَوَاءِ

يُحِيطُ بنا الهواء من كُلِّ جانب وقد نُجِسُّ به ولكننا لا نراه. ضَغْطُ الهواء (أو الضَغْطُ الجَوِّي) هو القُوَّةُ التي يَضْغُطُّ بها وَزْنُ الهواء على سَطْحِ الأرض بفعلِ الجاذبيَّة. إنَّكَ لا تَشْعُرُ بهذا الضَغْطِ لأنَّ في داخلِ جَسْمِكَ ضَغْطًا مُساوِيًا مُضادًّا. في مُستوى سَطْحِ الأرض، يكونُ ضَغْطُ الهواء على أشَدِّه بفعلِ وَزْنِ الهواءِ القَوِيِّ الضَّاعِطِ إلى أسفل، لكنَّه يَتَنَاقَضُ بالارتفاع بسببِ قِلَّةِ الهواءِ الضَّاعِطِ حينئذٍ. ويُلَاحَظُ أنَّ سَلْقَ البيضِ في الارتفاعاتِ العاليةِ يَحْتَاجُ إلى فترةٍ غَلِيانٍ أطولَ لأنَّ الضَغْطَ الخَفِيفَ يجعلُ الماءَ يَغلي على درجةٍ حرارةٍ أخْفَضَ من ١٠٠°س. كذلك فإنَّ مقاصيرَ الطائراتِ المُحَلِّقَةِ عاليًا في الجَوِّ مُكَيِّفَةُ الضَغْطِ بحيثُ يَتَوَافَرُ فيها ما يكفي من الهواءِ لِلتَنَفُّسِ.

## الضَغْطُ العَالِي وَالخَفِيفُ

يَخْتَلِفُ ضَغْطُ الهواءِ بَيْنَ مَكَانٍ وَآخَرَ. فإذا كانَ الهواءُ بارِدًا كَثِيفًا يَزْدَادُ ضَغْطُهُ على سَطْحِ الأرض. ولَمَّا كانَ تَراصُّمُ الهواءِ يَرْقَعُ من درجةِ حرارتهِ فإنَّه يُرافِقُ ذلكَ طَلْسٌ جَيِّدٌ. في المِقابِلِ، فإنَّ الهواءَ إذا سَخُنَ تَقَلَّ كَثافتُهُ فَيَرتَفِعُ ويَقَلُّ ضَغْطُهُ على سَطْحِ الأرض. والهواءُ السَّاخِنُ أيضًا قد يُبْخِرُ ماءً من البَحارِ ويَحْمِلُهُ إلى الجَوِّ مُكوِّنًا سَحَابًا. ولذا فإنَّ الضَغْطَ الخَفِيفَ قد يَجْلِبُ المَطَرَ.

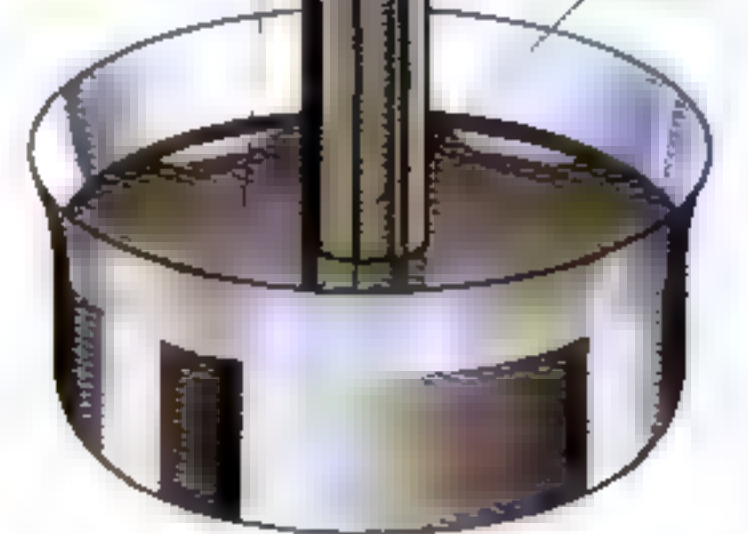
في مُنَحْمَصٍ جَوِّيٍّ (مِطْلَقَةٍ صَغِيرَةٍ خَفِيفَةٍ يَرتَفِعُ الهواءُ فيَتَكَثَّفُ بُخَارُهُ سَحَابًا)



السنتيمتر الواحد = ١٣,٣٣ ممي بار

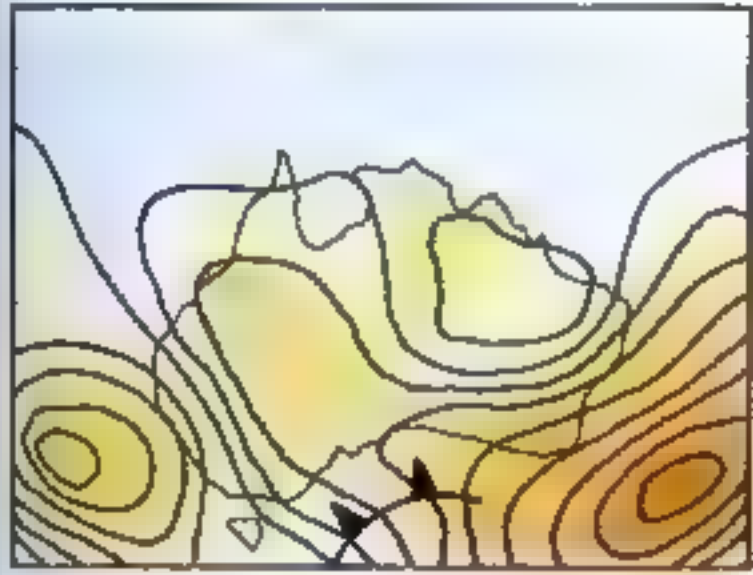
يَضْغُطُّ الهواءُ سَفَلًا على لَرْتِقٍ مِيزْمَةٍ في الأَسُوبِ.

الرَشَقُ سَامٌ



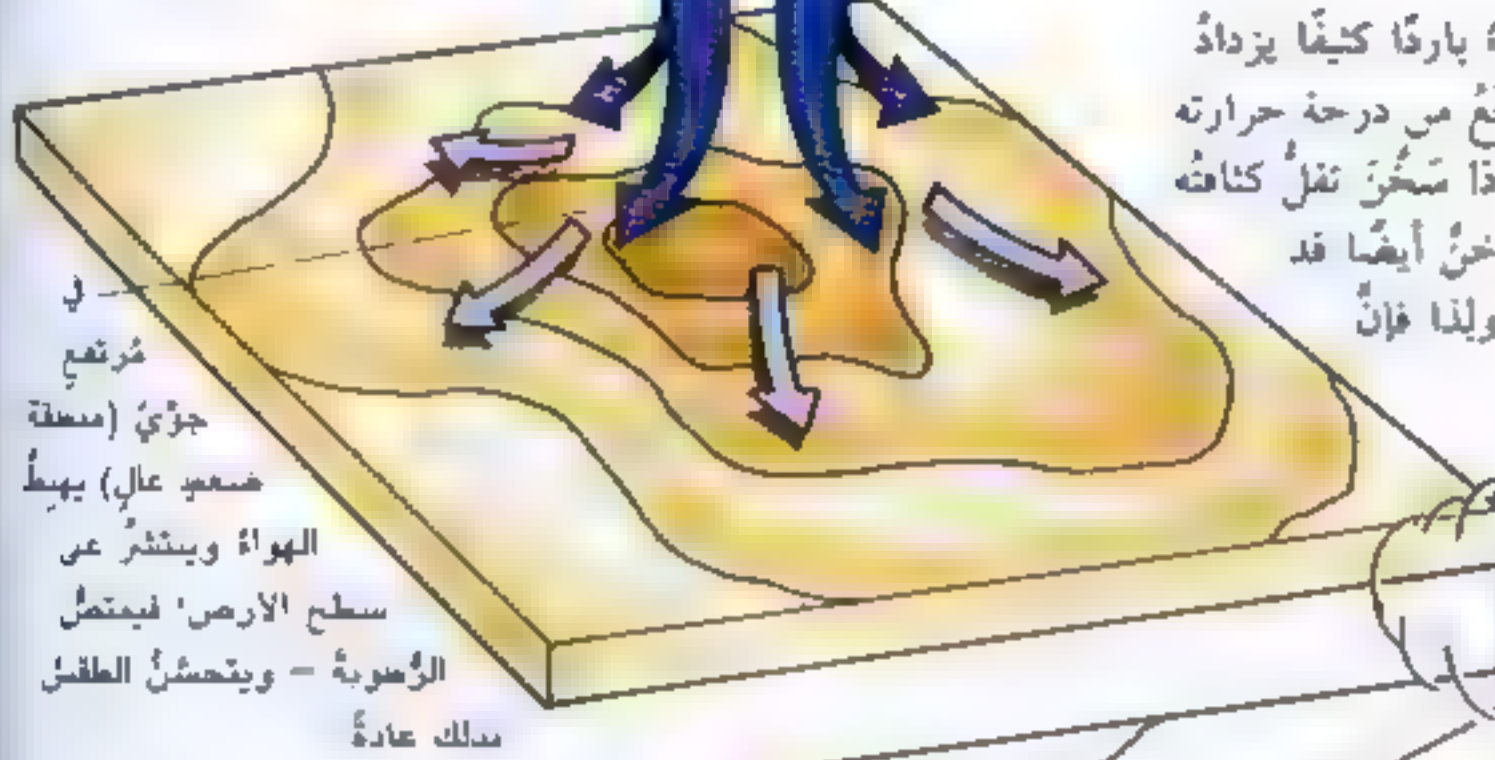
## تَغْيِيرُ الضَغْطِ

الأبُوبُ الزَّجَاجِيُّ القَائِمُ في طَنْبٍ مَكشُوفٍ من الرَشَقِ ومِبدَأٌ سَبيطٌ لِمُشَاهَدَةِ تَغْيِراتِ الضَغْطِ وتَغْيِراتِ الضَغْطِ أَرْتِفاعًا أو انْجِفافًا بتَغْيِيرِ مُستوى الرَشَقِ داخلَ الأبُوبِ.



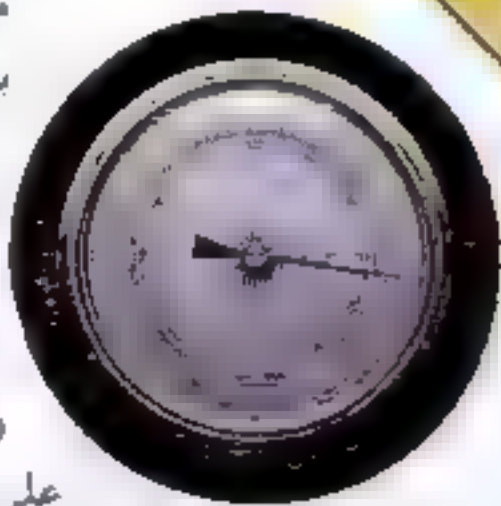
## خَرَائِطُ الضَغْطِ

يُقَاسُ الضَغْطُ بِالجَلِّيِّ بَر (مِلِب) على خَرَائِطِ الطَّقْسِ تُوضَلُ جَمِيعُ مَنَاطِقِ الضَغْطِ المُتَساوِيِ بِشُعْرَةٍ يُسمَّى خَطُّ تَساوِيِ الضَغْطِ (إِسُوْبَر)، وبذلكَ يُمكنُ بِسُهولَةٍ تَمييزُ مَنَاطِقِ الضَغْطِ العَالِيِ وَالخَفِيفِ.



## البَارُومِترَات

يُقَاسُ ضَغْطُ الهواءِ بِالبَارُومِترِ. والبَارُومِترِ المَعْدِنِيّ، أَشْبَهُ بِسَاعَةِ مَكْتَبٍ؛ وَهُوَ يَحْوِي عُلْبَةً مَعْدِنِيَّةً مَسِيكَةً مُفَرَّغَةً مِنَ الهواءِ يَتَّصِلُ بِهَا مُؤَشِّرٌ عِنْدَمَا يَرتَفِعُ ضَغْطُ الهواءِ، تَنْضَعُضُ العُلْبَةُ إلى الدَّاخلِ فَيَتَحَرَّكُ المؤَشِّرُ، مُبَيِّنًا التَغْيِيرَ، على مَدَالَةِ القِيَاسِ المُدَرَّجَةِ. وَيُسْتَدَلُّ بِتَغْيِيرِ ضَغْطِ الهواءِ على أَحْوالِ الطَّقْسِ المُتَوَقَّعَةِ.



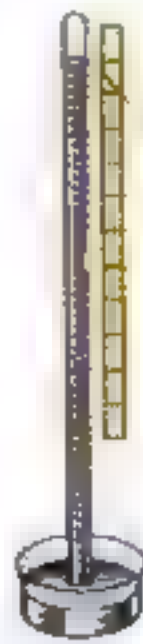
الضَغْطُ مُبَيَّنٌ بِالجَلِّيِّ بَر وبِالكَلوْغرامِ على السنتيمتر المُرْتَقِ.

## الضَغْطُ وَالإِرْتِفاع

يَتَنَاقَضُ الضَغْطُ الجَوِّيُّ وَأَنْتَ تَتَسَلَّقُ خَلَا. وَيَتَبَيَّنُ ذلكَ هُنا بِقِيَاسِ الضَغْطِ المَعْدِنِيّ في كُلِّ مَدِينَةٍ كُونِيَسُونِ وَلَآبَارِ في جَبَلِ الإندِرِ، بُولِيفِيَا

في لَآبَارِ عَنِ ارْتِفاعِ ٣٦٥٨ م الضَغْطُ المَعْدِنِيّ ٦٩٠ مِلِب

في كُونِيَسِيُونِ عَنِ عُلُوِّ ٤٩ م الضَغْطُ المَعْدِنِيّ ١٠١٣ مِلِب



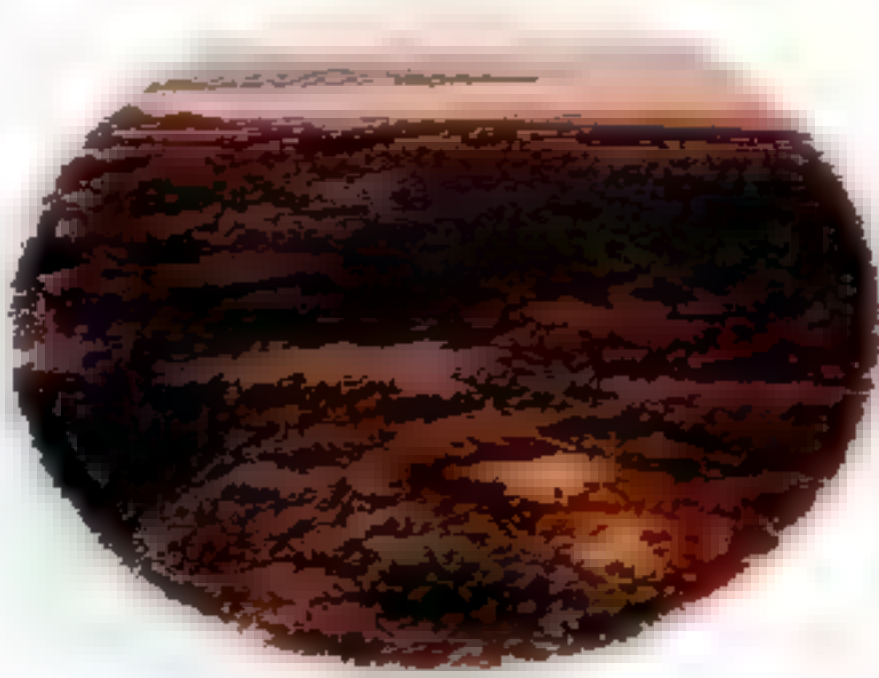
## لَمزيد من المَعلُومَاتِ انْظُرْ

- الجَدِيدَةُ ص ١٢٢
- الضَغْطُ ص ١٢٧
- الجَوِّ ص ٢٤٨
- الجَنَاحَاتُ المُناخِيَّةُ ص ٢٥٣
- تَكُونُ السَّحُبُ ص ٢٦٢
- التَغْيِيرُ بِالْأَحْوالِ الجَوِّيَّةِ ص ٢٧٠



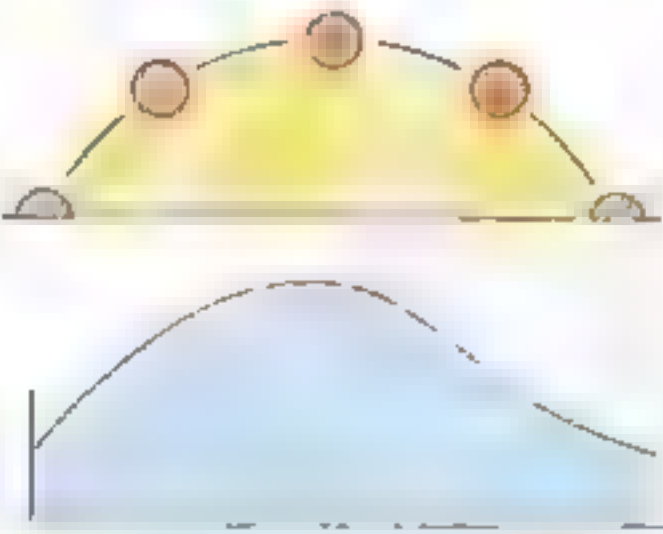
# درجات الحرارة

تختلف مناطق الأرض بين حارة وباردة. فمثلاً يبلغ مُعدّل درجات الحرارة ٣٤°س في دلتا النيل بالحيشة؛ فيما يبلغ - ٥٦°س في مركز پلاتو للأبحاث بالقارة القطبية الجنوبية. وتبلغ درجات الحرارة دائماً حدّها الأقصى في مناطق خط الاستواء، بخاصة حيث تتعدى السحُب فتصل حرارة الشمس إلى الأرض دون عائق. بينما تبلغ حدّها الأدنى في المناطق البعيدة عن خط الاستواء، وأيضاً حيث تتعدى السحُب فتقلت الحرارة بسهولة إلى الفضاء. وتعتمد درجة الحرارة أيضاً عكسياً على بياض الموقع، وهو مُعدّل ما يعكسه سطحه من شع الشمس الواقع عليه. فمناطق الثلج والجليد العالية البياض تعكس الإشعاع الشمسي إلى الفضاء، فتبقى درجات حرارتها خفيفة؛ فيما تمتص الأراضي الجرداء والغابات مزيداً من الإشعاع فتبقى دفيئة حارة.



## درجة الحرارة الأعلى

أعلى درجة حرارة سُجّلت حتى اليوم كانت في العربية، بسبباً على مقرية من الصحراء الكبرى، وبلغت ٥٨°س في الظل



## تغيرات درجات الحرارة

تتغير درجات الحرارة خلال ساعات اليوم الأربع والعشرين، فتكون حبيصة ليلاً وعالية نهاراً. وفي المناطق الواقعة بين خط الاستواء والقطبين قد يتنوع مدى التغير اليومي في درجات الحرارة ١٠°س



## أبرد مكان على الأرض

أدنى ما سُجّل من درجات الحرارة على سطح الأرض كان في مركز فوستوك بالقارة القطبية الجنوبية، حيث بلغت - ٨٩°س في تموز (يوليو) عام ١٩٨٣، وهي أبرد بكثير من درجة حرارة المُجمّعات في ليبيا

لمزيد من المعلومات انظر
أدنى الحرارة ص ١٤٢
أفضل ص ٢٤٣
المناخ ص ٢٤٤
رصد الطقس ص ٢٧٧
مناطق العظمى والتدنى ص ٣٨٢
الصحاري ص ٣٩٠
حقائق ومعلومات ص ٤١٦

## درجات حرارة الهواء

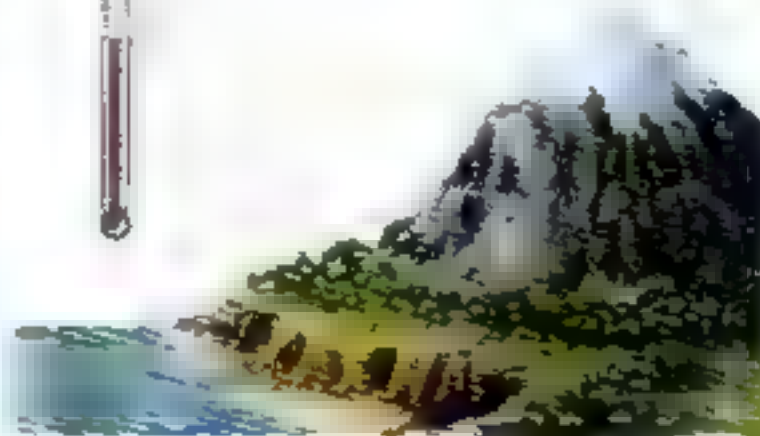
تسحر الأرض بشع الشمس الساقط عليها، لكن الهواء يتسحر بالحرارة الصاعدة من سطح الأرض. لذا يكون قعره الحار دائماً أبرد من قاعدته. كما نرى من مُعدّلي درجات الحرارة لشهر حزيران في لاهاز وكونستنسبون، ببوليفيا.



## تلقى حرارة الشمس

تختلف درجات الحرارة حول العالم نتيجة لطريقة سقوط أشعة الشمس على السطح. ففي مناطق خط الاستواء تسقط أشعة الشمس عمودياً على سطح الأرض. فتكون تلك المناطق حارة عادةً. أما في مناطق القطبين، فتسقط أشعة الشمس على الأرض مُسطحة المثل فتشعر حرارتها

في لاهاز، على غلّو  
٣٦٥٨°م، يبلغ  
درجة الحرارة في  
شهر حزيران  
(يونيو) ١٧°س



بسبب تقوس سطح الأرض تحدث  
تسقط أشعة الشمس على القطبين مائلة

حار دائماً - فوق ٢٠°س

مُعتدل دائماً بين ١٠° و ٢٠°س

صيف حار، وشتاء مُعتدل

تسقط أشعة الشمس عمودياً على خط الاستواء

صيف حار، وشتاء مُعتدل الباردة

صيف حار، وشتاء بارد

صيف مُعتدل الباردة بين درجة لضعف  
و ١٠°س، وشتاء بارد

بارد دائماً - تحت درجة لضعف من

صيف مُعتدل، وشتاء مُعتدل الباردة

يُحرك السائل  
الصاعد في كل  
أنبوب مؤشراً يبقى  
على درجة الحرارة  
المقصود أو الدنيا  
التي يصل إليها.



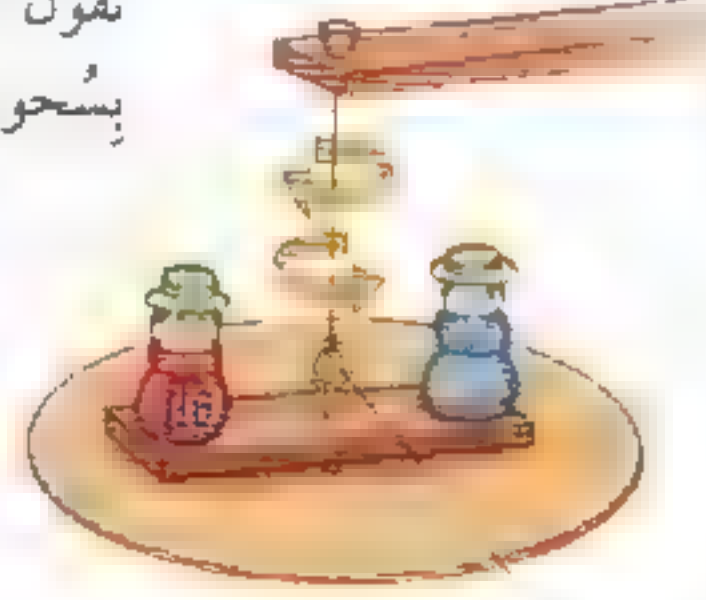
## موازين الحرارة (الترموترات)

يحب أن تُقاس درجة الحرارة دائماً في الظل. فمُعدّل درجة الحرارة اليومية يُمكن قياسه بمقياس بهائتي حرارة العظمى والصغرى، الذي يبيّن درجتي الحرارة المُقصوى ونادياً بذلك اليوم.



# الرطوبة

نقول إنَّ الطقس رطب عندما يخوي الهواء وفرة من بخار الماء؛ وتزداد بسحونة الهواء قدرته على حمل الرطوبة. ومتى عجز الهواء عن حمل المزيد من بخار الماء، تكون نسبة الرطوبة فيه عندئذ ١٠٠ بالمئة؛ فيأخذ البخار بالتكاثف مُكوِّناً السحب والضباب والمطر. وجود نمو النبات في أجواء الرطوبة العالية، لكن هذه تضايق الإنسان إذ يتعذّر تبخّر العرق لتبريد الجسم. والرطوبة الخفيفة ثلاثم الإنسان لكنها تعيق نماء الزروع. يُميّز العلماء بين الرطوبة، وهي كمية بخار الماء الموجودة في الهواء وبين الرطوبة النسبية، وهي كمية البخار الموجودة في الهواء منسوبة إلى الكمية القصوى من البخار التي يمكن أن يحملها الهواء في درجة الحرارة تلك.



الشجرة لجذوة داخل ست  
المطبات تمتلئ في الطقس  
الرطب وتتقلص في الطقس  
الجاف؛ فتدبر قُرصاً دوراً

## التكثف مع الرطوبة

العمل أشاق منهُ في الجو الرطب جداً  
لمن لم يتعوّده، لأنه يتعذّر تبريد الجسم  
(بالعرق) في الهواء الرطب، لكن بالتمرين  
والتمارس يصبح الجسم أكثر فعالية  
وأحياناً. لقد دأبت الرياضة البريطانية،  
يقول موراي، على التدريب في دفيئة حيث  
الرطوبة عالية؛ استعداداً للمشاركة في سباق  
البطولات العالمية في طوكيو، باليابان، حيث  
الرطوبة أكثر بكثير مما هي عليه في بريطانيا

المراة خارج بيت  
المطبات في الجوف  
الخفيف الرطوبة



على القُرص  
الدوار ذمبتان  
على شكل رجل  
ومرة، في  
الأجواء الرطبة  
تسمع الشجرة

المفتحة بدوران القُرص مظهر الرجل  
وفي الجو الجاف تتقلص الشجرة  
وتشد القُرص فتظهر المرأة

## قياس الرطوبة

تُقدّر كمية الرطوبة في الهواء بواسطة المراتب  
(الهيجرومتر)؛ وتعرف من هذا المقياس أنواع مختلفة -  
كان أولها إنمعه تمتص الماء من الهواء الرطب فتصبح  
أثقل. أما بيت الطقس فهو مرطبات بسط يتن رطوبة الطقس  
بامتطاط شجرة في داخله. (بين الجفاف والإشباع يزداد  
طول الشجرة ٣/٤)

مردف الزراعة في المناطق  
دات الرطوبة الفوسطة  
كربطانيا وحوص  
البحر المتوسط

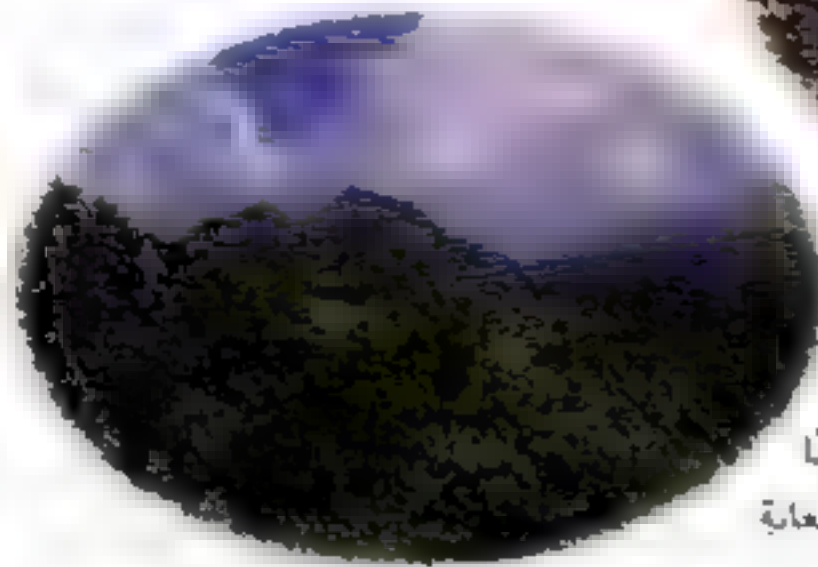


الزراعة غسيرة في الصحاري، كهذه  
الصحراء في شبه جزيرة العرب، يشح  
الماء فيها ساس والواشي والزروع

## تأثيرات الرطوبة

تحد الماء في الهواء منه وصورتي يقاء. نجده  
محبب سحمت رطوبة إلى أقل من ١٠ بالمئة يكون  
الصحاري أحداً تحسن لأعطار السعداء عن  
مطعم، وقد يتعرض سكانها للمجاعة في العمار،  
تنمو الأدغال بكثافة حيث الرطوبة مزرعة

بغزو المطر في المناطق دات  
الرطوبة العالية، فتوقر طروقاً  
مثالية لنمو الساتام، كهذه العابة  
المطيرة في جزيرة غرمانا



## فريدناند الثاني

كان دوق تسكاليا،  
فريدناند دي  
ميديشي  
(١٦١٠-١٦٧٠)،  
عالمًا ومُختبرًا  
إيطاليًا يعمل مع  
غاليليو  
فاخرع عام  
١٦٥٥ برطاب



التكاثف - وتُحسب به رطوبة الهواء بقياس  
كمية لندى المتكاثف على سطح بارد. كما  
أخترع أيضًا ميزان الحرارة (الترمومتر)  
الحديث ذا الأنبوب الزجاجي المسدود بطريقة  
خاصة تضمن عدم تأثير الضغط الجوي على  
نتائج قراءاته.

## لمزيد من المعلومات انظر

- تعبير الحالة ص ٢٠
- الحرارة ص ١٤٠
- تكون السحب ص ٢٦٢
- الضباب والسيورة والضبابان ص ٢٦٣
- المطر ص ٢٦٤، رعد الطقس ص ٢٧٢
- الصحاري ص ٣٩٠
- العدا المظيرة الإسيوتية ص ٣٩٤



# الجبهات المناخية

طقس العالم المتباين حول الأرض تحكمه منظومات جوية مدمجة ضخمة تُعرف بالمرتفعات والمنخفضات الجوية - أي مناطق الضغط العالي والخفض فمناطق الضغط العالي (مضادة الأعاصير) تتكون بالهواء الهابط، وتتحرك ببطء يستقر به الطقس وهذا الهواء الجاف يجعل الطقس جافاً وحاراً في الصيف، وبارداً صافياً في الشتاء. أما مناطق الضغط المنخفض، المعروفة بالمنخفضات الجوية، فسحبها الهواء الصاعد؛ ويحدث هواؤها الرطب سحباً ومطرًا، وربما ثلجاً. ويتكون المنخفض الجوي بتصادم نطاق من الهواء الساخن مع آخر من الهواء البارد، فيتدافعان دون أن يمتزجا. فتتكون الجبهات عند حدود الكتل الهوائية ويصبح الطقس غير مستقر. وقد يبلغ عرض المنخفض الضغطي مئات الكيلومترات، لكنه غالباً ما يعبر الأجواء في أقل من ٢٤ ساعة. عادة، الجبهة الدافئة هي التي تصل أولاً؛ وبعد عبورها تأتي الجبهة الباردة في إثرها.



خلول جبهة باردة

تحتل الجبهة الباردة شحنا ومطرًا عند حلولها وقد يرافق ذلك عاصف ربيع هويّة شكل عو صف أو رواع عبقو



خلول جبهة دافئة

لا يغير لطقس في بداية عند حلول الجبهة الدافئة وسدو أول دلائل التغير ظهور سحب سمحقيو ربيع في أعالي الجو يلها رد

سحب (سحاب رقيق)

هواء ساخن  
سحب كثيفة  
مطرة

جبهة دافئة

هواء بارد

الجبهات

الدافئة

يتبع الجبهة الدافئة هواء ساخن رطب يرتفع فوق الهواء البارد ويكون شحنا على امتداد الجبهة. بعد عبور الجبهة الدافئة يشود طقس جاف ثقل وضرب الجبهة الباردة

جبهة موحدة

يشاهد  
الطر حلف  
الحنه

مطر عريض  
على امتداد  
الجبهة

هواء ساخن

هذا المنخفض الضغطي  
سائر من اليمين الى  
اليسار

جبهة باردة

هواء بارد

رعات المطر

## الجبهات الباردة

الجبهة الباردة وراءها هواء بارد، وهي أكثر أسيادًا من الجبهة الدافئة يدفع الهواء البارد تحت الهواء الساخن، ويرتفع الهواء الساخن ويكثف سحبًا وأمطارًا ومع آنحدص صعد الهواء شد الرياح ويقتد بدم الجبهة عالي رعات لمطر من السحب لمطرة متقاطرة حتمها

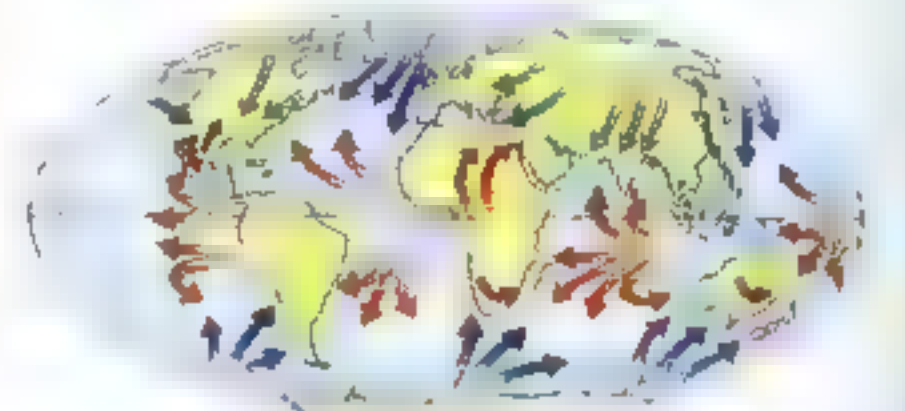
جبهة دافئة

جبهة باردة

## خريطة الطقس

نمط لجبهات

على خريطة الطقس بخطوط داب أسلاك، أو داب حديدات فالأسلاك تير الجبهة الباردة، بينما تشر الحديدات إلى خنق دة. أحيانًا كثيرة، عند تحرك المنخفض الحوي، تلتق الجبهة الباردة بالجبهة الدافئة، فساوت الأسلاك والحديدات على امتداد الحقف، وتُمنر هذا جبهة مُنمجة



حافة حارة  
مداري قاري  
رطب دافئ  
مداري بحري  
حافة باردة  
قطبي قاري  
رطب بارد  
قطبي بحري

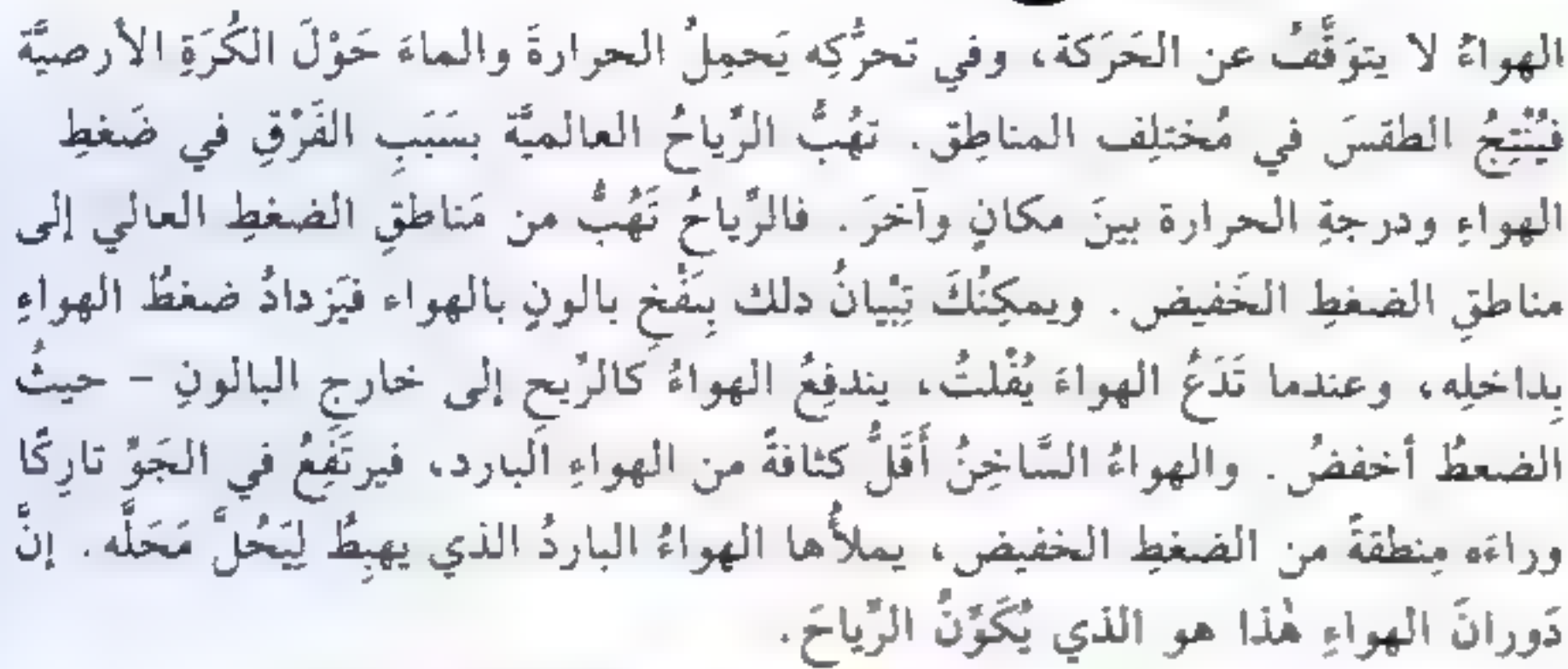
## الكتل الهوائية

تكون فوق أقسام مختلفة من الأرض أربع كتل هوائية رئيسية؛ وهي تؤثر في طقس المناطق التي تقع فوقها. تسوق الرياح نكت الكتل؛ وحث تتلاقى هذه الكتل وتتراحم يكون انطقس مُتقلبا جدا

## لمزيد من المعلومات انظر

- السح ص ٢٤٤
- صعظ الهواء ص ٢٥٠
- الرطوبة ص ٢٥٢
- السحب ص ٢٦٠
- تكون السحب ص ٢٦٢
- لسؤ بالاحوال الجوية ص ٢٧٠





يُستَخدمُ كُفُّ الرِّيحِ في امطارِ الصَّغيرةِ لِتَبيدِ  
شِدَّةِ الرِّيحِ وَاتَّجَاهِها لِربِيةِ الطَّائِراتِ فَالْكُفُّ  
الْمُتَهَدِّلُ يَعْنِي رِيحًا خفيفةً رُحَاءً. لَكِنْ عِندَمَا  
يَشْتَدُّ هُبُوبُ الرِّيحِ، يَمْتَلِئُ الْكُفُّ بِهَوَاءٍ مُتَحَرِّثٍ  
وَيَتَمَيَّحُ عَارِضًا بِاتِّجَاءِ هُبُوبِ الرِّيحِ. وَتَوْصُفُ  
الرِّيحُ بِالْإِتِّجَاءِ الَّذِي تَهْتَفُ مِنْهُ - فَالرِّيحُ  
الْعَرَبِيَّةُ، مَثَلًا، تَهْتَفُ مِنَ الْقُرْبِ، وَالرِّيحُ  
الشَّمَالِيَّةُ تَهْتَفُ مِنَ الشَّامِ



الرياح الدائمة الهبوب في  
المنطقة ذاتها من العالم  
تدعى الرياح السائدة؛ وهي  
تحدد أنماط الأحوال الجوية حول  
الكرة الأرضية. ويعود تحرك الرياح  
السائدة إلى كون خط الاستواء يتلقى حرارة من  
الشمس أكثر من القطبين؛ لذا يتدفق الهواء الحار  
شمالي خط الاستواء وجنوبيه حيث يبرد. كذلك  
يتأثر اتجاه الرياح بتدويم الأرض حول نفسها

في جميع أنحاء العالم هناك رياح ضخمة منتظمة تُعرف  
باسماء خاصة كأنهن، مثلا، وهي رياح جافة تهب  
من جبال الأنديز في أوروبا العاصفة المميّة في  
الصورة فـ تهب فوق مدينتي في جبال  
الأنديز ومن الرياح المحلية أيضا الشوك،  
وهي رياح جافة تهب منحدرة شرقي جبال  
الروكي في أمريكا الشمالية، وتُسبب تغيرات  
سريعة في درجات الحرارة والرطوبة ومنها  
كذلك رياح لطيب وهي تسمّى بحريّ مُنْعَشٍ يَسْتَأْ  
قربة الصهيرة في هريسنيل، بأستراليا ومنها أيضًا  
الهاميرو وهي رياح جنوبية غربية باردة تهب من جبال  
الأنديز في أمريكا الجنوبية.

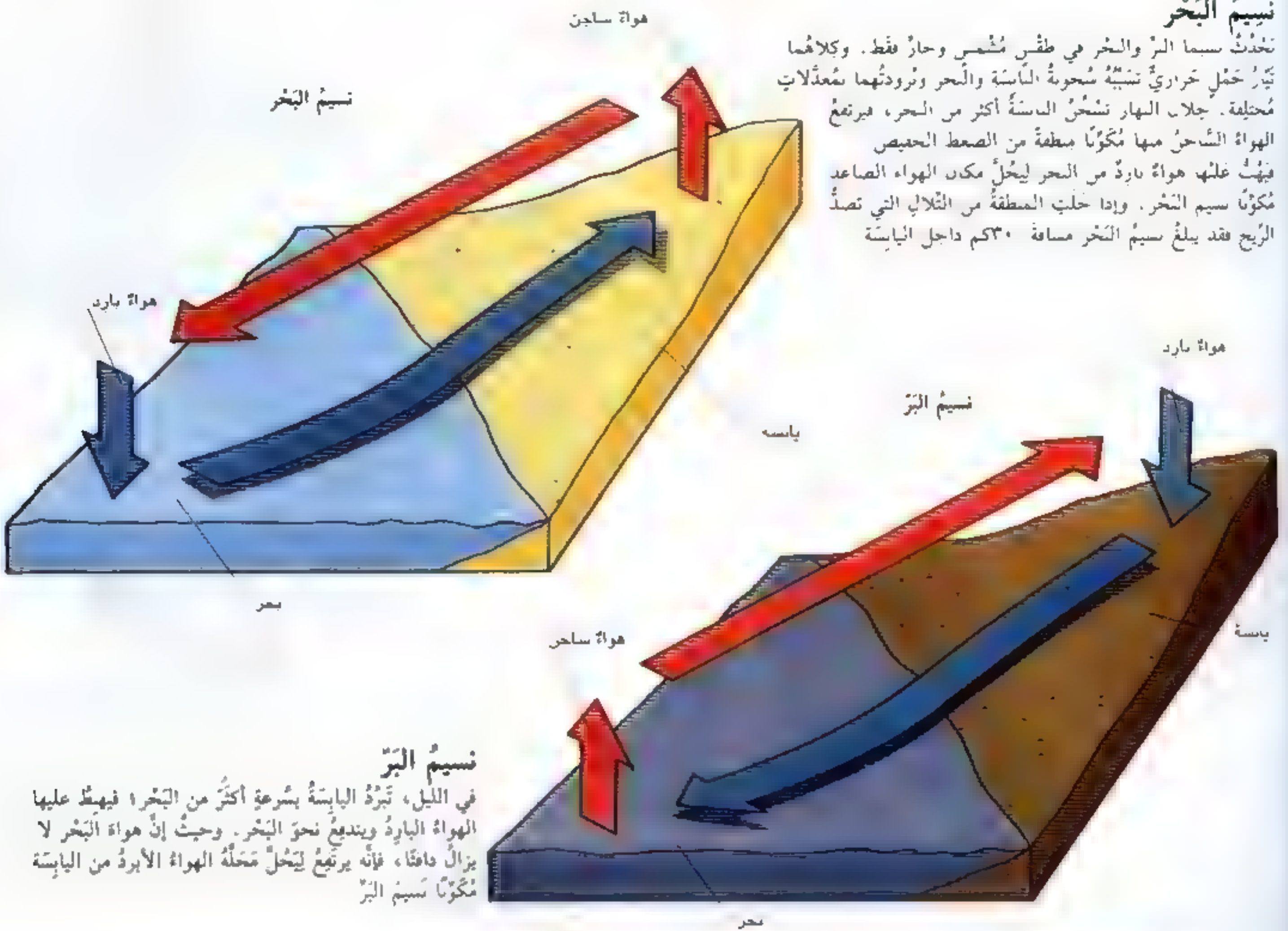
تتمدُّ على طولِ خطِّ الاستواءِ مِطْطَةً  
من الضَّعْطِ الحَمِيصِ، حَيْثُ تَتَلَاقَى  
الرِّياحُ التِّجَارِيَّةُ فِي هَذِهِ الْمِطْطَةِ،  
المَعْرُوفَةُ بِطَاقِ الرُّهُوَ الْاِسْتِوَائِيِّ،  
تَحْمَدُ الرِّيحُ. وَكَانَتْ حَرَكَةُ السُّفَرِ  
الشَّرَاعِيَّةِ تَتَعَطَّلُ بِسَبَبِ خُمُودِ الرِّيحِ  
فِي هَذِهِ الْمِطْطَةِ؛ وَفَدَ تَمَدُّ مُؤَنِّهَا مِنَ  
الطَّعَامِ وَالْمَاءِ بِأَنْبَاطٍ آتِجَرافِهَا بِحَوِ  
الرِّياحِ التِّجَارِيَّةِ.





## نسيم البحر

تحدث نسيم البحر في وقت متأخر من النهار فقط. وكلاهما تيار حمل حراري تنبّه شحوبه الباسية والبحر وترودتها معدلات مختلفة. خلال النهار تسخن الباسية أكثر من البحر، ويرتفع الهواء الساخن منها مكوناً منطقة من الضغط المنخفض فينت عليها هواء بارد من البحر ليحل مكان الهواء الصاعد مكوناً نسيم البحر. وإذا جلب المنطقة من التلال التي تصد الرياح فقد يبلغ نسيم البحر مسافة ٣٠ كم داخل الباسية.



## نسيم البر

في الليل، تبرد الباسية بسرعة أكثر من البحر، فينت عليها الهواء البارد ويندفع نحو البحر. وحيث إن هواء البحر لا يزال دافئاً، فإنه يرتفع ليحل محله الهواء الأبرد من الباسية مكوناً نسيم البر.

## برج الرياح

في القرن الأول ق.م.، شيد عالم الفلك اليوناني، أندرونيكوس، برجاً للرياح يتألف من ثمانية جوانب تقسم على كل جانب منها إله للريح. وكان كل إله يمثل نمط الريح الخاص به. فظهر بوريوس، إله الريح الشمالية الباردة، على شكل رجل عجوز مرتدياً ملابس دفيئة. وتعرف موسيقاه على صدفة محارة. بينما بدا إله الريح الشرقية الدافئة مرتدياً ملابس خفيفة ويحمل فاكهة وخباً.



## أرقام قياسية للريح

سجل جورج الخامس في القارة القطبية الجنوبية - النقيض ما هو أكثر الأمكنة تعرضاً لتهبوب الرياح في العالم حيث نهضت الرياح على نحو متظم بسرعة ٣٢٠ كم/سا. أما الرقم القياسي المسجل لأسرع رياح على سطح الأرض فهو ٣٧١ كم/سا وذلك على جبل واشنطن في بيوهامشير، بالولايات المتحدة، وقد سُجل في ١٢ نيسان (إبريل) عام ١٩٣٤.

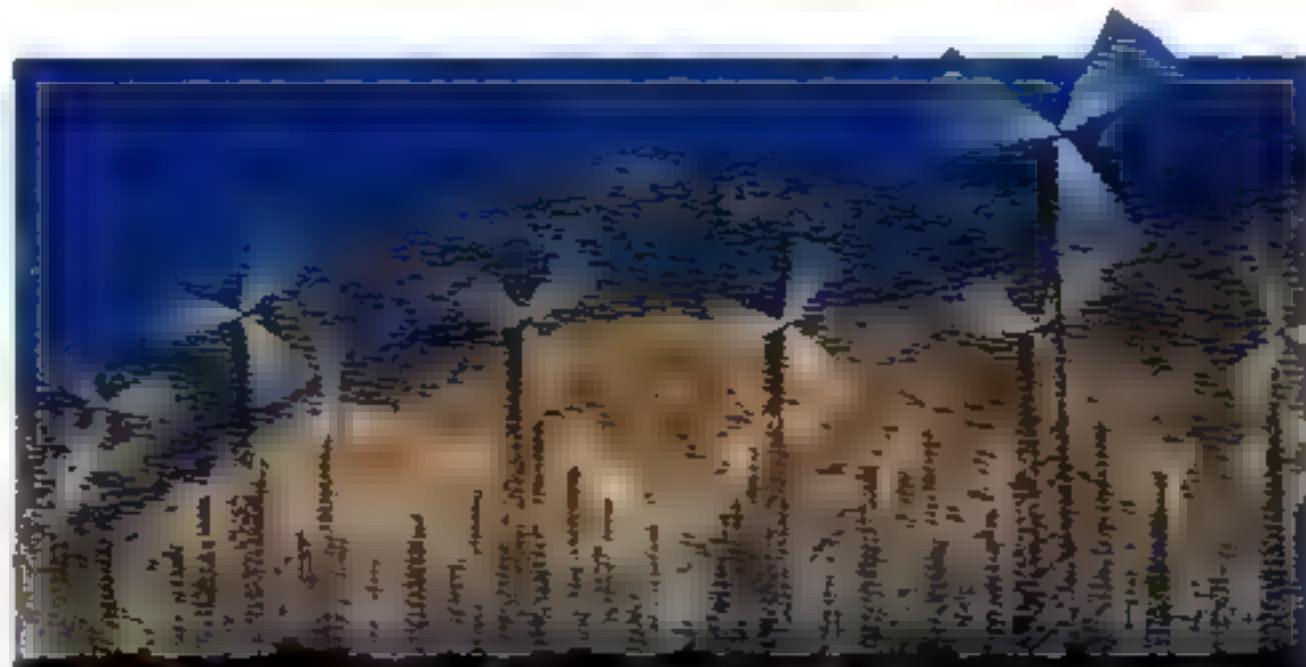


## قدرة الرياح

يمكن تسخير لرياح سوليد الكهرباء في محطة حثريّة بالولايات المتحدة، تُدار، طبيعيًا، ضمواف موله من انطواحين لهراتيه قدرة رياح المحليّة وهي بدورها تسير ترسانت موند كهربائي تُشغ بمجموعها طاقة كهربائيّة تكفي لإمداد مدينة صغيرة بالكهرباء للإضاءة والتدفئة. وبخلاف محطات القدرة العمده بالتمخ أو بالطاقة النووية، فالتريبات الهوائية لا تحدث نواتج

## المزيد من المعلومات أنظر

- مصادر الطاقة ص ١٣٤
- انتقال الحرارة ص ١٤٢
- الفضول ص ٢٤٣
- ضغط الهواء ص ٢٥٠
- درجات الحرارة ص ٢٥١
- الجنهات المناحيه ص ٢٥٣





# قُوَّةُ الرِّيحِ

للرياح تأثير كبير على حياتنا، فهي الصديق والعدو في آن - أحياناً تهب لطيفة في سيم مُنْعَشٍ، وأحياناً أخرى تهب عنيفة في عواصف وأعاصير تُسبب أضراراً واسعة النطاق تدميراً وقتلاً. أول محاولة مُقننة لبيان سرعة الرياح كانت من وضع الأميرال السير فرنسيس بوفورت عام ١٨٠٥. فقد أسست مقياساً يُساعد البحارة في تقدير قُوَّة الرياح. قديماً، كانت طاقة الرياح تُستخدم في طحن الحبوب؛ وحديثاً لا تزال طاقة الرياح تُستخدم رغم كل التقنيات الحديثة. فهي اليوم تُسخَّر في إدارة التربينات الهوائية لتوليد الكهرباء.

١. هواء ساكن. دخان المداحن يُضغَط عمودياً

١. هواء خفيف - مُعدّل سرعة الرياح ٣ كم/سا. يتحرك الدخان قليلاً.

٢. سيم خفيف - سرعة ٩ كم/سا. تتحرك أوراق الشجر، وتُجسّج بالهواء عن وجهك.

٣. سيم لطيف - سرعة ١٥ كم/سا. أوراق الشجر وأغصانها الطرية تتحرك، والأعلام تُرفرف.

مرياح (مقياس ربح) من المقياس التاسع عشر

## مرياح

المرياح آلة لقياس سرعة الرياح وكثافتها

أوائل هذه الآلات تتألف من كرة تدفع فوق مقياس

مُدْرَج مُقَوَّس. أمّا مقياس الرياح الحديثة تتألف من ثلاثة أكواب أو أكثر مُركبة على أذرع تدور حول عمود قائم، فتُسجل بدورها سرعة الرياح على قرص مُدْرَج

## مقياس بوفورت

مقياس قُوَّة الرياح هذا اعتمد أصلاً على تأثيرات سرعة الرياح على سفينتين شراعيتين كاملتي التجهيز، ليحدد كمية الأشعة التي يجب نشرها أثناء هبوب الرياح المختلفة الشدة. ولا يزال هذا المقياس يُستخدم حتى اليوم، وقد كُيف للاستخدام على اليابسة أيضاً. يتألف المقياس من ١٣ درجة تُحدد قُوَّة الرياح من الشكوى التام حتى الأعاصير

## السير فرنسيس بوفورت

وُلد السير فرنسيس بوفورت (١٧٧٤-١٨٥٧) في إنلندا. والتحق بالبحرية الملكية البريطانية، وهو في الثانية عشرة من عمره، فقصي في الخدمة الفعلية أكثر من ٢٠ عاماً. شُيخ بوفورت بقياسه للرياح نقد سنوات عديدة من مراقبة الشمس في عُرض البحر.



عاصف



هادئ

٤. ربح مُعتدلة - سرعة ٢٥ كم/سا. الأعصان الصغيرة تتحرك؛ وقصاصات الورق تتطاير.

٥. ربح نشطة - سرعة ٣٥ كم/سا. الأشجار الصغيرة تأخذ بالشواوح.

٦. ربح قوية -

سرعتها ٤٥ كم/سا.

يصف الترحم بالطلقة،

والأعصان الكبيرة تتحرك

٧. شدة العواصف - سرعة الرياح

٦٥ كم/سا. تتماوج الأشجار بكاملها

٨. عاصف - سرعة الرياح ٦٨ كم/سا. هبوب العواصف تتسبب في تعصف الأعصان الطرية.

٩. عاصف - سرعة الرياح ٨١ كم/سا. تتسبب الأعصان وتتطاير أغطية المداحن.

١٠. عاصف - سرعة الرياح ٩٤ كم/سا. تتضرر المنازل وتقتلع الأشجار

١١. عاصف عنيفة - سرعة الرياح ١١٠ كم/سا. دمار بالغ.

١٢. إعصار - سرعة الرياح أكثر من ١١٨ كم/سا. دمار واسع النطاق

## مهرجان الطائرات الورقية

طير الصيحات طائرات ورقية منذ ٢٥٠٠ سنة، أمّ اليوم، يُطيرها الناس في سائر أنحاء العالم. للسبب وفي اليابان، تُرتب الطائرات الورقية العديدة بشخصيات أو حيوانات أسطورية ترمز إلى أشياء مُحببة

### لمزيد من المعلومات انظر

مصادر الطاقة ص ١٣٤  
الرياح ص ٢٥٤  
الأعاصير ص ٢٥٨  
الأعاصير الدوامية ص ٢٥٩



# البرق والرعد

تتكوّن السُّحُب الرّعداءُ القايمةُ في الأيام الرّطبة الحارّة ويبلغُ عَرْضُ السَّحَابِ منها قُرْبَ ٥ كم وارتفاعها ٨ كم. وكثيرًا ما تكونُ العاصفةُ الرعديةُ وحدةً أو «خليةً» دائمةً بداتها، ضمنَ مجموعةٍ من العواصف التي قد يبلغُ عرضُها ٣٠ كم، وقد تستمرُّ حمسَ ساعاتٍ أو أكثر. وقد تُصبحُ الخليةُ الواحدةُ أحيانًا «عاصفةً فائقةً» يزيدُ عرضُها على ٥٠ كم، وقد تُنتجُ برَدًا كبيرًا مضطربًا بالبرق والرعد. وإذا كانتِ العاصفةُ في السَّمتِ فوقك، فستسمعُ الرّعدَ وترى البرقَ في آنٍ معًا. أمّا إن كانت بعيدةً فسَ ترى البرقَ أولًا، لأنّ الضوءَ أسرعُ من الصوتِ بكثير. وإذا حسَبْتَ الثواني الفاصلةَ بين رؤيةِ البرقِ وسماعِ الرّعدِ فيمكنك تقديرُ بُعْدِ العاصفةِ عنك، بالكيلومترات، بقسمةِ ذلك العَرَقِ على ٣.

البرق

الصفحي

إذا اندر ومض برق السماء، فهو برق صفحي  
يحدث داخل السحابة الرعدية كتفريغ رزقي دون  
أن يهبط إلى الأرض



الشحنات

الكهربائية

إن تصادم

خمس

الماء والحديد

داخل سحاب

رعدة تولد ركنًا من الكهرباء تشابه: فسر كم الشحنات  
الموجودة في على أشعة، وحشد الشحنات المشابهة في  
أسفلها محاولة الإقلاص نحو الأرض. وعندما يبلغ فرق  
الجهد بين الشحنات حدًا كافيًا، يجرى التفريغ الرزقي من  
أصل السحابة نحو أعلاها أو من أسفلها نحو الأرض



العاصفة الرعدية

تتكوّن السُّحُب الرّعداءُ عندما

يتمزج الهواء الرّطب الدافئ

ضخمًا في أعالي الجو

ويبرد بشدّة فجأة

فيتحدّد بعض الماء

داخل تلك

السُّحُب ويعمل

ببُرات الهواء

القويّة تصادم

ببُرات الحديد

وتضرب الماء فتمتدّد

الحديد حسبما ينفذ

مشحونة تدعى إلكترونات،

وهكذا ينشأ تراكمٌ من

الشحنات الكهربائية هذه الشحنات

تتحوّل ببطء برفقّة تُسخّن الهواء حولها إلى

درجة حرارة تفوق التضرور، يمارث ٣٠,٠٠٠ كس أي خمس

مرّات أكثر من درجة حرارة سطح الشّمس هذه الحرارة الهائلة

تُسبب تمزّد الهواء بسرعة كبيرة ترتد على سرعة الصوت في

هواء، وهذا يُسبب قصف الرعود

البرق المنشعب

يبدأ برق المنشعب عندما تفرّج

«صاعقة صناعية» نحو الأرض بسرعة

١٠٠ كم/سا فتتعدّد أسهل المسارات

فتحدث مسارًا من الهواء المشحون كهربات

لصاعقة وحده، أو رنسة، تُضرب مرتدة في

أكثر من هذه الصاعقة المرتدة هي التي نشاهد

الأمكنة الآمنة

إذا حدثت عاصفة رعدية خارج البيت، فتجنّب الدخول تحت شجرة باسقو

مفرونة واستريح الرزقي بوحى دومًا أسرع المسارات إلى الأرض،

وقد يصيرت الشجرة إن داخل السّارة هو أحد أكثر الأماكن أمانًا من

نصواعق دون ضرب الصاعقة سيّارة، فإن هيكلا العولاذي

يمرّ الكهرباء

على سطح سيّارة

إلى الأرض



إله الرعد

كان ثور إله الرعد عند

الأسكندنافيين القدماء، ويتمثل

هذا تمثال برونزي من القرن

الحاضر في آيسلند ويُزعم أنه

كان رجلًا ضخمًا حمير

شعر الرأس واللحية ذا قوّة

وقدرة هائلتين فكانت

سهامه اسرعة تسقط

نصواعق من سُحُب

حسب اعتمادهم



ليريد من المعلومات انظر

لكهرباء الساكنة ص ١٤٦

الكهرباء الثّائرة ص ١٤٨

الصوت ص ١٧٨

الصوت ص ١٩٠

نبرد ص ٢٦٧

الشّمس ص ٢٨٤



# الأعاصير

الأعاصير (وتُسمى أحياناً العواصف الدوامية المدارية) تستطيع اقتلاع الأشجار وتدمير المباني وإتلاف المحاصيل. والأمطار العزيرة التي ترافقها تحدث فيضانات؛ وقد تُعمر المناطق الساحلية بالأمواج الضخمة المندفعة برياح عاتية تقارب سرعتها ٣٠٠ كم/سا. تأخذ الأعاصير بالتكوّن عندما تُثير حرارة الشمس الهواء الرطب صعوداً فوق المحيطات حيث تتحاور درجة الحرارة ٢٧° س. في البداية قد يبلغ قطر دائرة المُخفّض الجوي في مركز (أو عين) العاصفة ٣٠٠ كم، ولا تتحاور شدة الريح مُستوى النّوء. لكن مع تضيق قطر عين العاصفة إلى حوالي ٥٠ كم، تأخذ الريح بالتدويم حول العين بزخمٍ إعصاري.



الإعصار أندرو

اكتسح الإعصار أندرو ولاية فلوريدا، بالولايات المتحدة عام ١٩٩٢. وألحق الناس بقدوم الإعصار محلاً نكيراً منهم عن المنطقة وكانت خسارة الإعصار مقتل ١٥ شخصاً وبقاء ٥٠ ألفاً دون مأوى

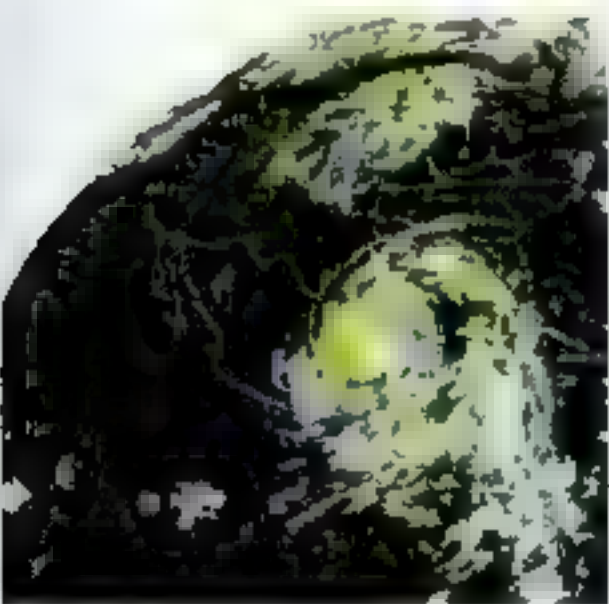
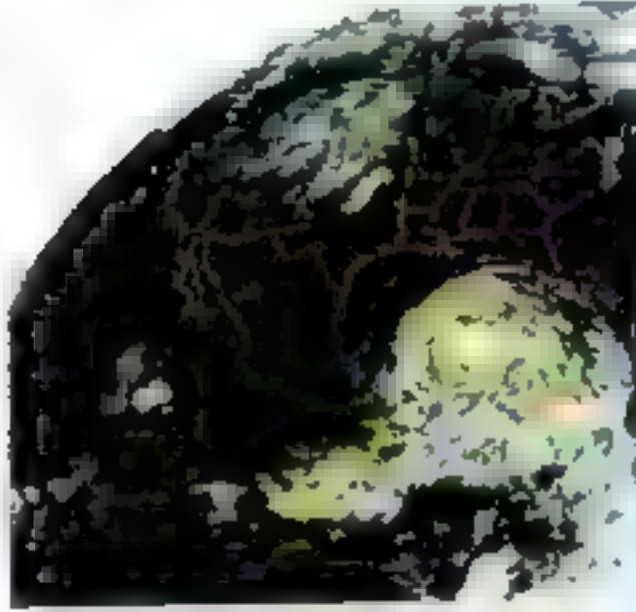
يُدوم الهواء شرباً (معكس) الحاد  
عقارب الساعة) في أعاصير  
بصرف الكرة الشمالي، وبشاً  
(باتجاه عقارب الساعة) في  
نصف الكرة الجنوبي

يُحاول العلماء تكوين عين ثانية في الإعصار عن طريق ذرّ بلورات الملح أو الجليد أو يُوَمِد العنّة. مما يُصلح هذه العين من الإعصار الأولي. لتكوين عين كبيرة واحدة، يُمكن خفض سرعة الريح

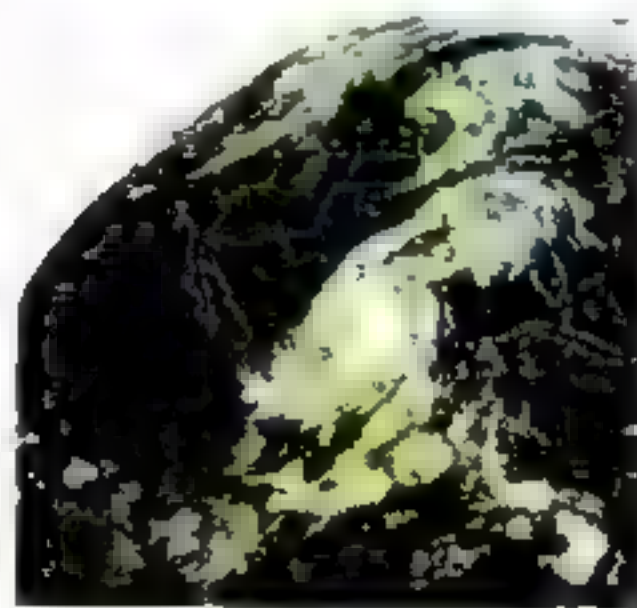
دائرة ضخمة من  
السحب تشكلت  
بانتشار الهواء  
من فتحة  
العاصف

عين الإعصار

١. في بدء الإعصار،  
تُسقط الهواء نحو  
مركز المُخفّض  
الجوي (حيث  
الضغط الحفّض)  
مُسبباً رياحاً سطحية  
عاتية



٢. إذا كانت عين  
الإعصار واسعة  
حداً، تكون الرياح  
المحيطة ضعيفة  
لكن مع تضيق عين  
الإعصار تزداد  
الرياح سرعةً وغنفاً



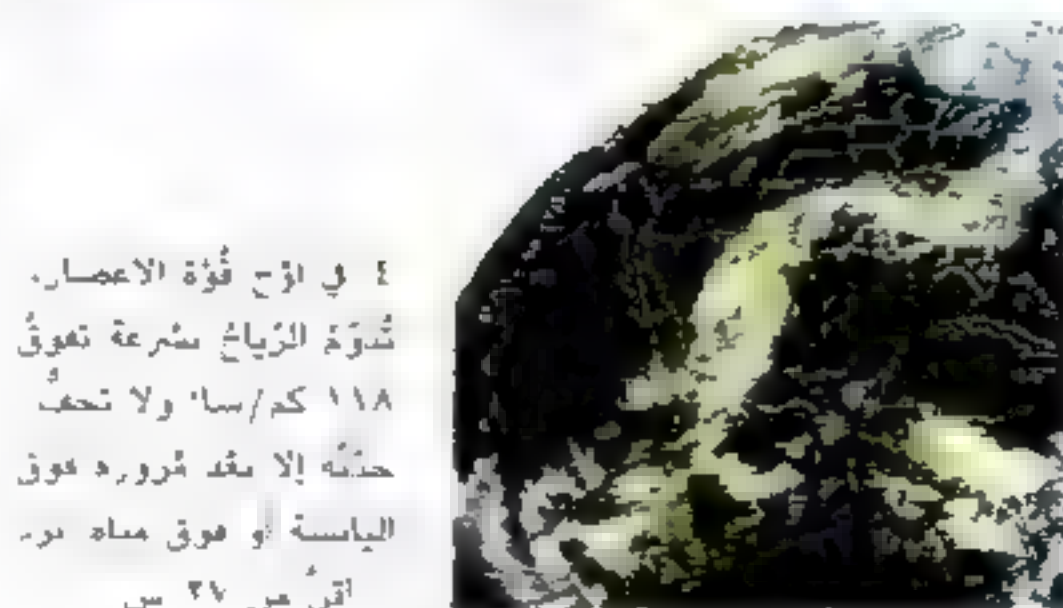
٣. مع تقدم  
الإعصار، يشتد  
سرعة الهواء  
فيزدوم ضغطاً في  
مسار لولبي هائل

## ماذا يحدث في الإعصار؟

عند الإعصار، في مركزه، مطقة هادئة نسبياً حولها ضغطاً عموداً صلباً من الهواء الرطب حاراً وفي مساره اللولبي إلى أعلى يبرّد هذا الهواء وتتكثف رطوبته أمطاراً ومع أن أغرر الأمطار وغنى الرياح تحدث بمحددة عن الإعصار، فإن آثاراً أخطر حدة يُمكن ملاحظتها على بُعد ٤٠٠ كم منها

## عاصفة أو إعصار؟

يترصد علماء الأرصاد الجوية الأعاصير المُحتتمّة؛ فتستخدم الشرائط لالتقاط صور المُشآت منها. وتُساعد صور الشرائط هذه علماء الأرصاد في كشف المواقع التي يُحتمل فيها تحوّل العاصفة إلى إعصار وانتشؤ عن مساره المُرجح



٤. في أوج قوة الأعاصير،  
شدة الرياح مُسرعة تفوق  
١١٨ كم/سا، ولا تحفّ  
حذته إلا بقدر مُرور فوق  
اللباسية أو فوق مياه عميقة  
أقرب من ٢٧ م

## كليمنت راج

لأسترالي كليمنت راج  
(١٨٥٢ - ١٩٢٢) هو

صاحب فكرة تسمية الأعاصير  
باسماء سنوية، ويقال إنه  
كان يُختار بها أسماء نساء  
يكرههن! ومنذ عام ١٩٧٠،

تقرر وضع لائحة إحدوية، سنوية، بحمل أسماء  
سنوية ورحلية مُتناوبة، وكُنّا اكتشف إعصاراً  
جديداً، تُعطى الاسم التالي على اللائحة



## ليريد من المعلومات انظر

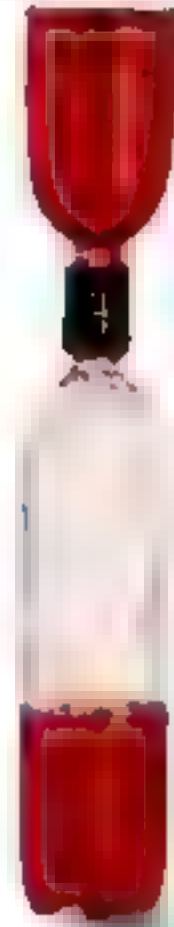
ضغط الهواء ص ٢٥٠  
الرطوبة ص ٢٥٢  
قوة الرياح ص ٢٥٦  
تكوّن السحب ص ٢٦٢  
اعطر ص ٢٦٤  
شئ بالأحور بحوية ص ٢٧٠



# الأعاصير الدوامية

رياح الإعصار الدوامي (الظنناد) هي أشد الرياح سرعة على سطح الأرض، فقد تبلغ سرعتها في عمود الهواء القمعي المدوم ٥٠٠ كم/سا - وهي أعلى بكثير من سرعة الرياح داخل الإعصار المداري. ولا يستطيع العلماء قياس السرعة القصوى في الظنناد لأن آلات الرصد تتحطم في رياحه الزعازع. الظننادات زوابع صغيرة فائقة القدرة تنشأ فجأة، في مجموعات غالباً؛ وهي أكثر شيوعاً وغنى في الولايات المتحدة الأمريكية حيث يثور منها أكثر من ٥٠٠ سنوياً. ويتراوح قطر الظنناد بين بضعة أمتار ومئة متر، وقد يبلغ مداه ٢٠٠ كم. وهو في مساره يسقط كل شيء، بما فيه الأشجار والمباني والقطارات، ثم يسقطها حين وحيث تخور قواه.

يحدث قسار خلروني في الدورة القلوية



## ظنناد في قارورة

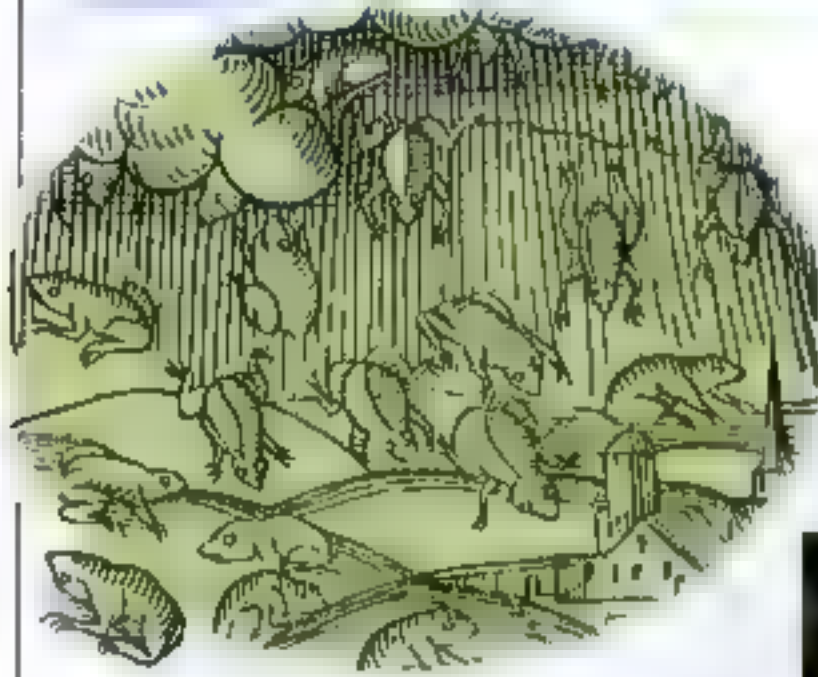
سبب طريقة حصول الإعصار الدوامي (ظنناد)، أخذ قارورتين ذواتي سدادتين ونشر وعز سددن معاً أنشئت فتحة صغيرة في كلا السدادين بمسبب مناسب. إملاً إحدى القارورتين حتى ثلاثة أرباعها ماء، وثبت سدد مزدوج ثم ثبت القارورة المزدوجة في سدد فوق القارورة المليء بالماء. قارورتين رأساً على عقب ودوم الماء قبلًا ليبدأ اتصاله. راقب المسار لخلروني، في الوسط، الشبيه بالظنناد.

## تكوّن الإعصار الدوامي

يتكوّن الإعصار الدوامي (الظنناد) حينما يتغير عمود طويل قمعي الشكل من الهواء الساخن بسرعة ضخمة، من الأرض إلى سحابة زعدية في العال. وقد يحدث ظنناد أيضاً عندما تسخن الأرض بشدة وتبدأ كتلة هوائية من الهواء بالارتفاع. في أمريكا الشمالية، تتكوّن الأعاصير الدوامية عندما ينساب الهواء الجاف البارد من جبال الروكي شرقاً فوق هواء رطب ساحلي، فتطلق سحابة من حليج المكسيك. هذا يرمث رياح فوثة تيار هواء اصعد وبدأت تدوم، بعد يتحوّل هذا إلى ظنناد.

منه قمع الهواء المدوم إلى الأرض ككبسة كهربائية صممة.

الصعق في مركز الظنناد أحض من الصعق الحوي العادي بمئات المي بار، لذا تتعجز المباني بأنداع الهواء من داخلها نحو منطقة الضغط الخفيض.



## مطر الغرائب

عندما يفقد الظنناد طاقته ويخور، تساقط منه الأشياء التي كان ساقطها، أو التفصها، مطراً غريباً - كأن يُمطر صفادخ مثلاً فالظنناد أثناء سروره فوق النهر، يسقط المياه وما تحويه من أسماك صغيرة وصفادخ، وقد يحملها مسافات طويلة قبل أن يسقطها.

## مقياس تورو

تتكوّن الأعاصير لظننادية فجأة، فبسبب السور برماها ومكانها. لذا فإن الإمدادات بها تُعقم عندما يكون الأحوال الحوية مهيأة لحدوثها، وتتابع تلك الإمدادات بتحديثات مُجددة أحدث كلما تحدثت مواقع واتجاهات تلك الأعاصير يُصنّف مقياس تورو، لشدة الأعاصير، سرعه الإعصار الدوامي وقدره التدميره على مقياس مَدْرُج من ١ (صفر) إلى ١٢ درجة. فمثلاً على درجة تورو ١١، الظنناد حميّ، يقتلع الأشجار الصغيرة ويسرع أعطية لمداح، يسما على درجة تورو ١٢، الظنناد أعظمي يحدث دماراً شديداً حتى في الماني الخرسانية المسلحة بالهولاد.

## وحوش (أو هولات) البحر

ظنناد يتكوّن فوق البحر يُدعى ظنناداً مابياً وحين يلامس الشرف سطح المحيط يسقط الماء ضعباً داخل لريح المدوم. فيبدو الظنناد الماني كأنه منق من البحر كمنق من دي سول رمادي قائم. ولعلّ أمثال هذا المشهد هي أساس لأساطير حول الهولات والوحوش البحرية.

## لمزيد من المعلومات أنظر

- صعق الهواء ص ٢٥٠
- قوة الرياح ص ٢٥٦
- الأعاصير ص ٢٥٨
- السحب ص ٢٦٠
- المطر ص ٢٦٤



# السحب

## السمحاق

تتشكل السحب السُمحاقية في أعالي الجو - في الأعالي القارسة الرّْد حيث يتحدّ ماؤها إلى بلورات جليدية. وتكوّن السحب السُمحاقية أحيانًا طبقة كاملة من الغيوم البيضاء.

السحب مسؤولة عن الكثير من مظاهر الطقس، وهي لذلك تُعطينا بعض أفضل الدلائل عن الأحوال الجوية التي قد تطرأ خلال الساعات أو الأيام القليلة المقبلة. فإذا ما طاعتك السماء بغيوم قاتمة مُلبدة مُنذرة، عرفت أن احتمالات المطر العزير مُرجحة. أما السحب المُتفشّة البيضاء فتظهر في الأيام المُشمسة الدافئة وتُشيرُ باستمرار الطقس دافئًا وجافًا. هنالك ثلاثة أنواع رئيسية من السحب هي: الركامي (ذو الأكداس المدوّرة على قاعدة مُسطّحة)؛ والطبقي (المُتشر في طبقات رُمادية خفيفة)؛ والسمحاق (المُتشر الرقيق المُرتفع). وتُعتبر جميع أنواع السحب الأخرى المُتبّية الأشكال والظلال مزيجات أو أشكالًا مُختلفة من هذه الأنواع الثلاثة.

## الطقس في أجواء السمحاق

عالمًا ما تكون السحب السُمحاقية أولى الدلائل على تهاوي الطقس الجُد؛ فتبدو الشفق، كما القمر، من خلال السحب الرقيقة المُرتفعة كأنّ هالة تحيط بهما، وهي دلالة قويّة على قرب تساقط المطر



## الركامي

السحب الركامية غيوم مُتممة نِشاء مُسطّحة القاعدة تبدو إلى حدّ كقطع النقطي هائمة في الجو. وبسبب شكلها تُسمّى أحيانًا السحب القُشعية. تتكوّن السحب الركامية بفعل قِبات الهواء الدافئة المُدبّعة صُعدًا والمعروفة بالتيارات الحرارية الصاعدة.

## الطقس في أجواء الركامي

كثيرًا ما تُشاهد سُحب ركامية مُتممة صغيرة أيام الصيف الحارّة وهي تُخفي للآ حين يتردّ سطح الأرض، فلا يعود يُسخن الهواء فوقه، ويتوقّف تصاعُد الهواء الدافئ الذي يتكوّن بها



## الطبيقي

تتشكل السحب الطبقيّة أنفادًا، تتنامى حتى لقد تُملأ الفضاء بكامله. وفي المناطق الجبلية غالبًا ما يتعلّق سطح الأرض ببطقة من هذه السحب على شكل سديم ضبابي رطب.

## الطقس في أجواء الطبقي

لعلّ السحب الطبقيّة هي أكثر أنواع السحب قنصًا لبُشّس إذ إنّها نجلب ظفّنا عمّا مُستمرّ ودادًا بالمطر أو بصفّات الثلوج



## لوك هوازد

في العام ١٨٠٣، استنظ لوك هوازد (١٧٧٢-١٨٦٤)، حُطّة لتصنيف أنواع السحب تبعًا لشكلها وعلوّها عن سطح الأرض. كان هوازد صيدليّ وهاويًا أرضاديًا حادّ. وقد حاول عتًا إيجاد علاقة بين الطقس وأوجه القمر وقد استخدم هوازد أسماء لاتيئة لتمييز أنواع السحب، إذ كانت اللاتيئة قُبْد الاستخدام في أنظمة تصنيف الحيوانات ولسانات



السحب الركامية يتألف من جسيمات خفيفة تتشكل عادة نتيجة تجمُّعها بقراشات السحب تبدو به السحابة كطائر الإسفنجي. وتحتوي هذه السحب على غبار عالٍ غير متجانس.

السحب الطبقي  
طبقة سحب رقيقة تبدو كجدار أبيض شفاف على في الجو وينشر عادة بطقس غائم.

السحب أعلى السحب في الجو، ويُدعى أحياناً بـ"سحب الخيل". تتشكل السحب السحابية في أعالي التروپوسفير، ويرد طبقاتها اسفلاً.

تشكل السحب الطبقي المتوسطة طبقة غيمية صفائحية رقيقة على السماء - هي من الرقة بحيث تشع أشعة الشمس واحدة من جلالها. وتنتشر هذه السحب عادة بالمطر.

السحب الركامية المتوسطة خفيف من الجليد والماء، المفرد البرودة، تبدو كتكتل كثيفة صغيرة مسطحة من السحب البيضاء والرمادية، وهي، أحياناً، تؤبر بعاصفة رعدية بعد نوبة خمر طويلة.

السحب الركامية الطبقي أعظمها أكثر السحب تواجداً وأكثراً! وهي تشكل طبقة خفيفة من السحب المنخفضة الرمادية أو البيضاء. وقد تولد مسقاً مُنظماً فتبدو مُتصلة مقاً، لكنها غالباً تتفرق لتسطع الشمس من جلالها.

تظهر السحب الركامية المنخفضة وسط طبقة الغيوم، وتكون غالباً رمادية القاع، وبيضاء شائعة في أعلاها.

السحب الركامية المنخفضة تُعرف أحياناً بالسحب السحابية، وهي غيوم ضخمة عاصفية مسطحة البنية تمتد عمودياً من علو حوالي ٢٠٠٠ م إلى علو ١٥٠٠٠ م فوق سطح الأرض.

السحب الطبقي هي أحسن السحب وتشكل على علو يقارب ٥٠ م فوق سطح الأرض، وقد تنخفض أحياناً لتكون ضباباً على سطح الأرض.

## السحب المُصنَّفة

هناك أنواع لا حصر لها من السحب، لكن المُصنَّف منها رسمياً عشرة أنواع فقط تشكل السحب المختلفة على ارتفاعات مختلفة في الجو - من مستوى سطح البحر إلى علو يقارب ١٠٠٠٠ م. فالسحب الحبيصة الإرتفاع لا يتجاوز أرتفاع قواعدها ٢٠٠٠ م، فيما تشكل المتوسطة الإرتفاع بين ٢٠٠٠ و ٥٠٠٠ م، والعالية فوق ٥٠٠٠ م.

السحب الطبقي المنخفضة تغطي السماء المنطقة بالكامل وتحتوي الشمس تماماً. هي تحوّل النهار ظلاماً، وهي تجلب المطر والثلج دائماً.

## لزيد من المعلومات انظر

- تكوّن السحب ص ٢٦٢
- الغياب والسيورة والضخان ص ٢٦٣
- المطر ص ٢٦٤
- تأثيرات خاصة ص ٢٦٩
- القمر ص ٢٨٨
- تضيق الكائنات الحية ص ٣١٠



# تكوُّن السَّحُب

يتشربُّ الهواء الماء من الأنهار والبحيرات والبحار كما الإسفنجة. ويكون هذا الماء في الحالة الغازية أي بخارًا وبخار الماء هذا هو الذي يُكوِّن السَّحُب، إذ إنَّ السَّحُب تتألف أساسًا من قطرات الماء. عندما يرتفع الهواء، الملامس لسطح الأرض، في الجوّ يبرد، ويتكثف بعض من بخاره قطرات تتجمّع فتكوِّن السَّحُب. أسباب ارتفاع الهواء في الجوّ عديدة: فقد يرتفع لسخونته بملامسته سطح الأرض الدافئ، أو لأنَّ جبهة من الهواء البارد اندفعت تحت الهواء الساخن رافعة إيَّاه إلى أعلى، أو قد يرتفع في مساره صاعدًا عبر التلال والجبال.

مكثفًا جليد  
تتكوَّن  
السَّحُب

ماء حار



## سحابة في قارورة

يمكنك تحليق سحابة في قارورة لدنبة كما يلي: إغلا القارورة ماء حارًا (لا تستعمل ماء في درجة العبدن شلا تصهر القارورة) أترك القارورة لمدة خمس دقائق ثم أفرغ ثلاثة أرباع الماء منها. الآن صنع مكثف من الجليد (في طبق) فوق فتحة القارورة وراقب التغيُّم الحاصل. يتحصّل التغيُّم لأن بعض الماء يتحوّل إلى بخار في الهواء الدافئ. وعندما يَمُرُّ هذا بالمنطقة الباردة قرب مكثف الجليد، يتحوّل بخار الماء إلى قطرات تُكوِّن السحابة.

مع اتساع السَّحُب  
وأمتدادها، قد ياحدُّ  
الهواء البارد  
بالدوران في داخلها.

يتعدّد الهواء الدافئ  
ويتمشّر بعيدًا.



مع ثوالي ساعات النهار يتزايد الهواء الساخن المرتفع، ويتزايد بالتالي تكاثف البخار، فتتضخم السَّحُب أكثر فأكثر.

يبرد الهواء أثناء ارتفاعه ويتكثف محتواه من بخار الماء قطرات تتجمّع فتكوِّن السَّحُب.

الشمس تسخن سطح الأرض، فيسخن الهواء الملامس له، ويرتفع في الجوّ.

## السَّحُب والنَّدَى

تكوِّن السَّحُب عندما يرتفع بخار الماء في الهواء عاليًا في الجوّ فيبرد ويتكثف وتسمى درجة الحرارة التي يبدأ عندها التكاثف نقطة الندى أو نقطة التكاثف. - علمًا أن بخار الماء لا يتحوّل إلى قطرات ما لم تتواجد في الهواء جسيمات صغيرة، كالغبار أو الدخان، يتكثف عليها - فلا تتكوّن السَّحُب إذا كان الهواء نقيًا بالغ النقاوة.

## التيارات الحرارية الصاعدة

تكوِّن السَّحُب علامة مفيدة لربابة الصائحات الشراعية يسترشدون بها إلى مواقع تصاعد الهواء الدافئ. فيبدأ هؤلاء من تيارات حرارية صاعدة يُتَكسَّمهم رُفَعًا كذلك تُستَحمِّم كوابر الطير التيارات الحرارية الصاعدة لتساعد في النقاء مختلفة في الهواء تُفَشِّر عن طعام لها على سطح الأرض.



على المقياس الثماني، يُنمِّل الخط العمودي، غزير الدائرة، أوكتا ١٠ وهذا يعني أن الغطاء الغيمى رقيق جدًا.

أوكتا ١٠، تعني أن يصف السماء مُعْطَى بالغيوم ويُمنِّل بضع دائرة مُظلل.

أوكتا ٨، هي أعلى درجة على المقياس الثماني. وتعني أن السماء مغطاة تمامًا بالغيوم، وتُمثِّل بدائرة مُظَلَّة بالكامل.

## قياس التغيُّم

يُقسَّم علماء الأرصاد الجوية كمية الغيوم التي تغطي السماء بوحدة تدعى أوكتا، حيث تُعَمِّل الأوكتا الواحدة تُعْطَى ثمن السماء بالغيوم وتُمثِّل عدد الأوكتات على حارطة الطقس بدائرة جزئية التطيل.

سماء صافية

أوكتا ١

أوكتا ٢

أوكتا ٣

أوكتا ٤

أوكتا ٥

أوكتا ٦

أوكتا ٧

أوكتا ٨

## لمزيد من المعلومات انظر

تغيرات لحدة ص ٢٠  
القوى في المونع ص ١٢٨  
ابتقال الحرارة ص ١٤٢  
صقطة الهواء ص ٢٥٠  
السَّحُب ص ٢٦٠  
الصقيع والندى ولحيد ص ٢٦٨  
دورات في لعلاف الحيوي ص ٣٧٢



# الضباب والشفورة والضخان



حفظ ضوء المصابيح الامامية يَكُون دور انعكاسها عن قطرات الماء في الضباب مُباشرة نحو السائق.

السُّحُب التي تَتَكَوَّن قُرْبَ سَطْح الأرض تُدعى ضَبَابًا أو شُورَة. وهي، كَسِوَاهَا من السُّحُب، تَتَكَوَّن تَكَثُّف بُخَارِ الماء، في الهواء المُشَبَّع، عندما يَلامِسُ الهواءُ أرضًا باردةً. وإذا كان مَدَى الرُّؤية عَبْرَ السَّحَاب يَتَرَاوَحُ بين كيلومتر واحد وكيلومترين يُعرف هذا السَّحَابُ بالشفورة؛ أمَّا إذا كان المَدَى دُونَ الكيلومتر الواحد فيُسَمَّى السَّحَابُ ضَبَابًا. والضباب الكثيف هو أَكثَرُ السُّحُبِ خُطُورَة على جميع وسائل النقل - من سيارَات وسُفُن وطائرات.

## السيّاقة في الضباب

على سائقي السيارَات الاحتِراسُ الشديدُ من الضباب، وعليهم حَفْضُ نُورِ مَصَابيح سياراتهم الامامية نحو الأرض، إن توجّه أنوار هذه المصابيح بكامل شدّتها هالِكًا بِمُواراة الطريق يُشَوِّشُ الرُّؤية لأنَّ النُّورَ المُنعكسَ على قطرات الماء في الضباب يَرْتَدُّ نحو عيني السائق مُباشرةً.



## الضخان

الضخان مَرِيخ من الدُخان وضباب مهمي السُود الكُرى، بحوي الهواء

فِيضًا من الجسيمات الإضافية يعمل الدُخان المُطلق من مُختلف المصانع والمُصانع؛ فيَتَكَثَّفُ بِحُدُودِ الماء على تلك الجسيمات مُكوِّنًا الضخان. وتَرِيدُ الأمرُ شُوعًا ظاهريًا الإغلاب - أي ارتفاع درجة الحرارة بِارتفاع بدل أن تنخفض - فتُصنَعُ طَفقةُ الهواء الدائمِ الهواء السُّطحي، وتُخلوَنات التي يحتويها، من لارتفاع، ويُمكنُ حدوثُ هذا أيضًا في مناطق مثل لوس أنجلوس، في كاليفورنيا، بالولايات المتحدة، حيث يُخَسِّلُ الهواءُ مَعْل الحمال المُكثفة

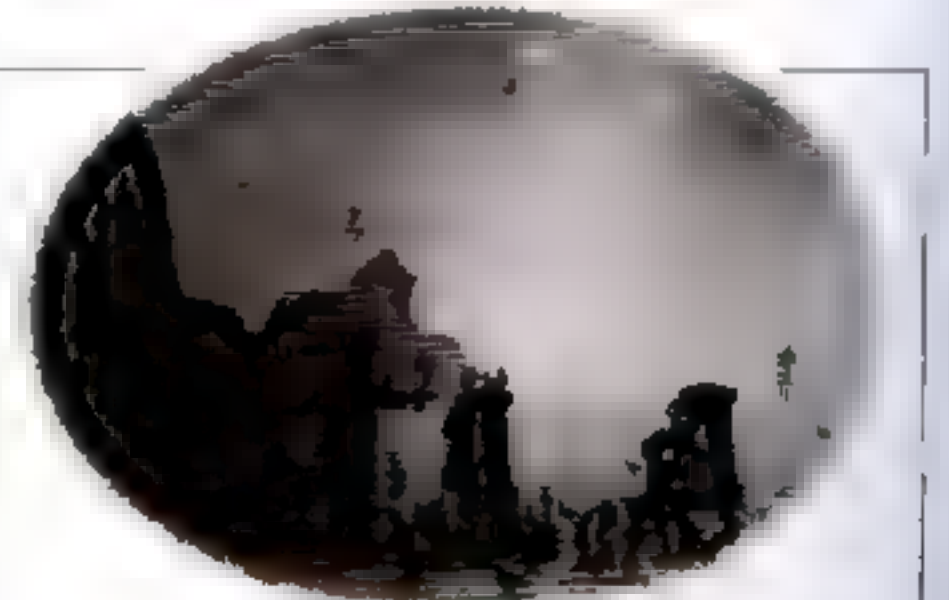
## ضباب الإشعاع الأرضي

لنوع النُّشاع من الضباب هو ضباب الإشعاع. هي الليالي الصافية والسماء خَلُوءًا من غُيوم تخفِّض الحرارة، يَتَرَدُّ سَطْح الأرض سُرعة، لِكَثْرَةِ ما يُشعُّ من حرارة لأرض، وتَرَدُّ كذلك لِهواء السَّلامسُ له. وإذا انخفضت درجة الحرارة دون درجه الندى، سَكُثُفُ حُدُودِ الماء في الهواء مُكوِّنًا ضبابًا على مَقَرَّةٍ من سَطْح الأرض

الهواء الدافئ القوي  
يُصنع أملاات الضباب

## ضباب جبال الجليد

نُصص حال جبال الجليد عتًا بالضباب لأن الهواء حارًا باردًا ونعسًا، حيث هي صافئة، أدنى وهكذا يَكُثَّفُ لَماء المُشعَّر في الهواء البارد حول جبل الجليد مُكوِّنًا ضبابًا في العام ١٩١٢، اصطدمت باخرة السيك بجبل جليد فاشطرت وعلت الكثيرون، لأن بُخارَها رُبما لم يَرَوِ جبل الجليد المُحاط بضباب كثيف.



## الضخان الأصفر الكثيف

حدَث مَرَّة أن غطى الضخان الأصفر الكثيف مدينة لندن، بِانكِلترا، كما يبدو في الصورة أعلاه المُتَقَطعة عام ١٩٥٢. ويُعرى ذلك أساسًا إلى قُرْب الضخان المُتصاعد من حَرِّق الفحم الحجري في المصانع والمنازل. ولم يكن ذاك الضخان مِمَّا يُسْتَهان به، فقد تَسَرَّب إلى دَجل المبانِي مُسبِّبًا لِلكَثِيرين مشاكل في الحَلْق والعَيْنين والتنفس؛ كما لاقى العديد من الناس حُفَّهم بِسببه. والحديثُ بالذَّكر أن إبرام قوانير الهواء المُصنَّف في الخمسينات من هذا القرنِ حَقَل مشاكل المُصنِّع ككثيف الأصفر شينًا من الماصي

## ضباب نأفتي

يَتَكَوَّن الضباب والشفورة غالبًا فوق الأنهار والبحار. فيَبْخُرُ الماء من النهر أو البحر؛ وفي صباح باكر بارد، يَتَكَثَّفُ إلى شُورَة فوق المياه. وعندما يَهْثُ هواء دافئ فوق البَحر البارد شَخُّ نوع من الضباب يُعرف بالضباب النَّافَتِي. وهو في الواقع طَفقة من الضباب تَتَكَوَّن فوق الماء مُباشرةً مُفَصَّلة بين مياه البَحر والهواء الدافئ فوقها. ولا يَدْفَعُ الضباب النَّافَتِي نحو البَحر إلا إذا كانت الأرض من حُولِه خفيفة.

يَتَكَوَّن الضباب فوق البَحر

مِصبات تمتلئ أَدْفاع الضباب إلى الداخل (نحو البَحر).

إتجاه الرياح

البَحر

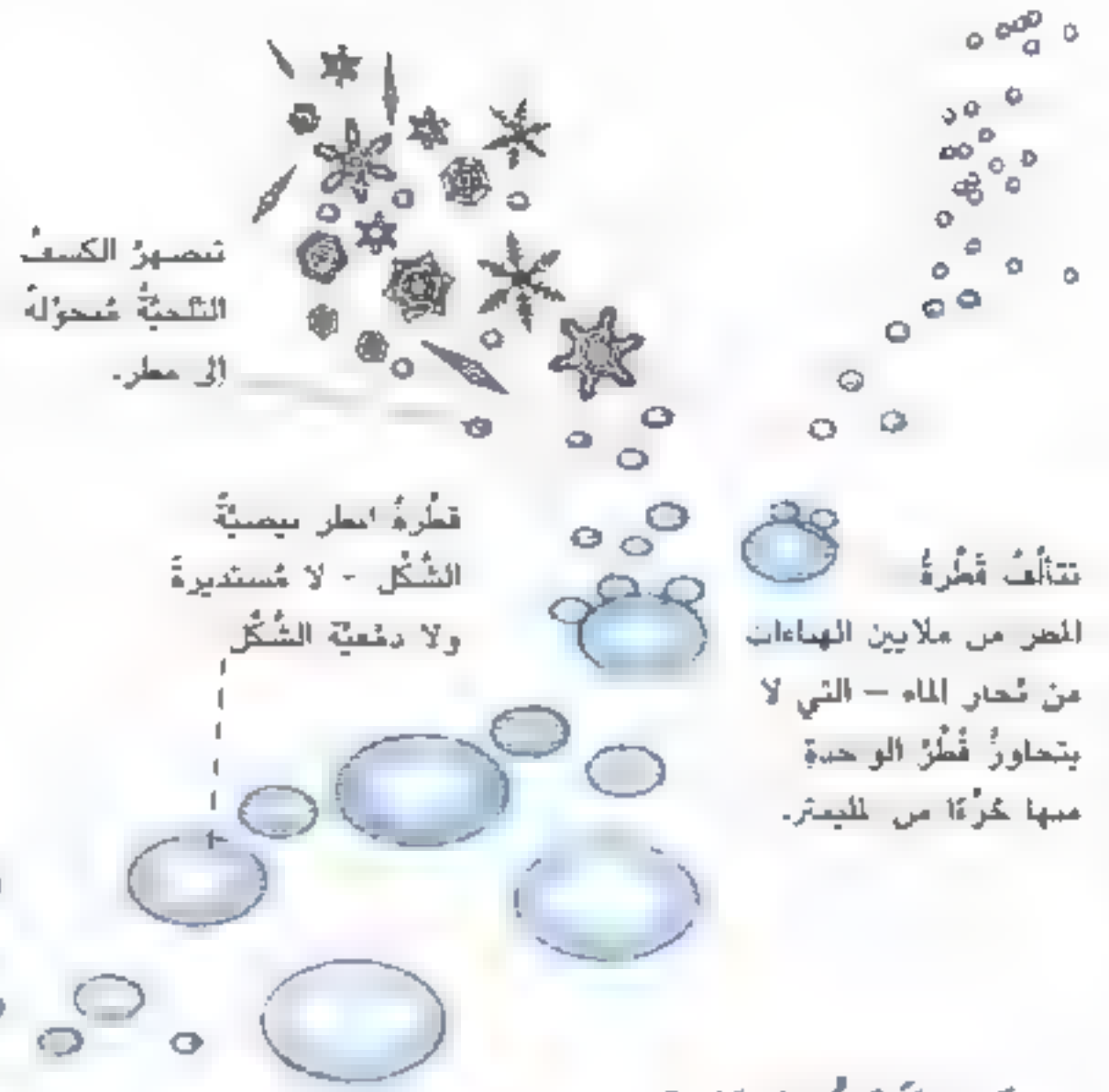
## لزيد من المعلومات أنظر

- تَغْيِرات الحالة ص ٢٠
- انتقال الحرارة ص ١٤٢
- الانعكاس ص ١٩٤
- تَكَوَّن السُّحُب ص ٢٦٢
- دَوْرَت في اعلام الجوي ص ٣٧٢



# المطر

تعتمد الحياة في البر على المطر، فهو يغذي الأنهار ويملأ البحيرات، ويجعل البزور تنبت وتنمو، ويوفر لنا مياه الشرب. ففي بعض المناطق تمجّل الزروع إذا أنجست الأمطار موسماً واحداً فقط ويموت آلاف الناس جوعاً. كذلك فإن الأمطار المفردة الغزارة مشكلة، فالفيضانات قد تدمر المنازل والمزارع وتقضي على الكثير من الأحياء البرية. والمعروف أن المطر لا يهطل من سماء رقاء صافية، فهو لا يتكوّن إلا في السحب، وفي المُنزني الركامي أو الطبقي منها عادة. والماء الذي يهطل من السحب بمختلف أشكاله يُدعى تساقطاً وتحذد درجة حرارة الهواء، داخل تلك السحب وخارجها نوعية هذا التساقط مطراً أو ثلجاً أو شفقاً أو برداً.



## كيف يتكوّن المطر؟

خارج المناطق المدارية، يبدأ معظم المطر ثلجاً حتى في فصل الصيف. ففي السحب العالية تكون درجة الحرارة دون درجة التجمّد، فتكوّن البلورات الحليدية وتتنامى إلى كسب ثلجية تسقط من السحاب فإذا كانت درجة حرارة الهواء لأقرب إلى سطح الأرض فوق درجة التجمّد، تنصهر تلك الكسب الثلجية أثناء سقوطها وتهطل مطراً. أمّا في المناطق المدارية، حيث العيوم دافئة، فيتكوّن المطر عندما تصادم قطرات الماء المحمّرة وتتكتل معاً، فتثقل فوق إمكابه فتسقط في الحو وتساقت مطراً. وفي السحب الرقيقة يحدث التصادم بين قطرات أقل فتكون قطرات المطر المتساقطة أصغر كثيراً وتعرف بالبرد.

## الفيضان

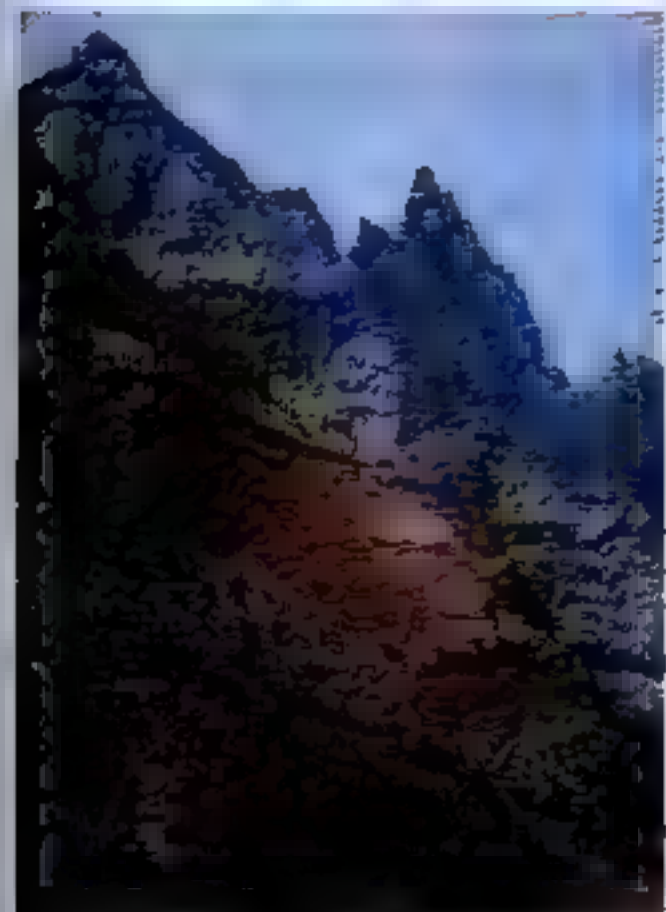
إذا كان تهطل المطر غزيراً ومتواصلاً، وتعدّز نصريف الماء بسرعة فقد تحدث الفيضانات، الرياح الموسميّة في الهند تحمل معها أشدّ وبل المطر في العالم، معمر لفيضانات مناطق شائعة منها سنوياً - عادة في شهر أيلول (سبتمبر).

تطفو الانهار فوق صفاها، وتغمر مياه الفيضان المناطق المسطحة المحيطة إلى عمق عدة أمتار.

بعد فترة حجاب طويلة تنخفض الأرض وتصلد، فيعذر نصريف الماء كما يسمى

## بيان المصطلحات في خريطة معدّل المطر السنوي

أكثر من ٣٠٠٠ ملم  
بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ ملم  
بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ ملم  
بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ ملم  
بين ٢٥٠ و ٥٠٠ ملم  
أقل من ٢٥٠ ملم



## معدّلات المطر السنويّة في العالم

تحصل مناطق العالم المختلفة على كميات مختلفة من المطر، وذلك لأسباب عديدة. ففي المناطق المدارية مثلاً، تساقط الأمطار بدرجة عالية كبيرة من مياه البحر الدافئة تتحوّل إلى عيوم وتحصل لمناطق الساحلية، القريبة من البحر. عادة على كميات من المطر أكثر من مناطق الداخلية البعيدة عن البحر. وقد تعرّض سلاسل الجبال للرياح المحمّدة بالعيوم المنطوية منطرتها في جيب، وبني السخوخ في الجيب الاحر حافة. أمّا في الصحاري الحافة فإن كُتل الهواء سحليّ ويحبّ عد اقترابها من سطح الأرض



## قياس كمية المطر

تُقاس كمية المطر بالمليمتر، أو بالإنش، بواسطة مقياس المطر. ويتألف هذا من قمع يتلقّى مياه المطر ويضربها في أسطوانة تحته. ثم يُقاس ارتفاع الماء المتجمّع في الأسطوانة، وبه تحدد كمية المطر المتساقط.

## رقم قياسي لمعدّل المطر

على قمة جبل واي إيلالي، في جزيرة كاواي، بهواي، تهطل المطر حوالي ٣٥٠ بوصة في السنة، فيسج معدّله السنوي ١٥٠٠٠ ملم. وتُعرف شدة التهطل هذه إلى ارتفاع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية الرطبة خلال غورها للبحر



## الجفاف

إنجاس المطر، بحيث يقل التساقط عن ١٠٢ ملم في فترة تتجاوز الأسبوعين يؤدي إلى الجفاف. وفي غياب مستودعات التخزين تعود كمّة المياه غير كافية للناس وللزروع في بعض المناطق يستمر الجفاف الحادّ سنوات عديدة ويروى أن منطقة كالاميا في صحراء أتاكاما باليلي، لم تشهد أمطاراً على مدى ٤٠٠ سنة، حتى العام ١٩٧٢. فترات الجفاف غير مألوفة في المناطق المعتدلة كأوروبا وأمريكا الشمالية لكنها عادةً مُنظمة الحدوث في أستراليا وبعض أجزاء إفريقية وأمريكا الوسطى وآسيا.



### المطر الاصطناعي والاستمطار

يجري استمطار السحب أحياناً بذر بلورات الجليد الجاف أو يوديد الفضة عليها من الطائرات. هذه الكيماويات تُؤثّر بويّات تتنامى حولها الكسيف الثلجية. وهذه تتحوّل إلى مطر أثناء سقوطها إلى الأرض. في الصورة أعلاه، تُشاهد بوضوح اندر زس الكيماويات على السحب

### السهول المنصهرة

حلال الثلاثينات من هذا

القرن تعرضت أمريكا

الشمالية مرة طويلة لرياح

عربية ساندو، فاحس المطر عن

السهول الكبرى لوقوعها في

«ظل» حال الروكير وراة الوضع

شوا أن المزارعين كانوا قد حثروا

السهول الغنية الطبيعة فحقت الثروة

الطبيعية وأعزّت، وبحول السهول العظمى

إلى منطقة حافة تكسها العواصف العارية، بش

أصطر المزارعين إلى التوجع عن أراضيهم

الطقس حاف

وشتقر بعل

المرتفع الحوي

الحاجر

المحفصات

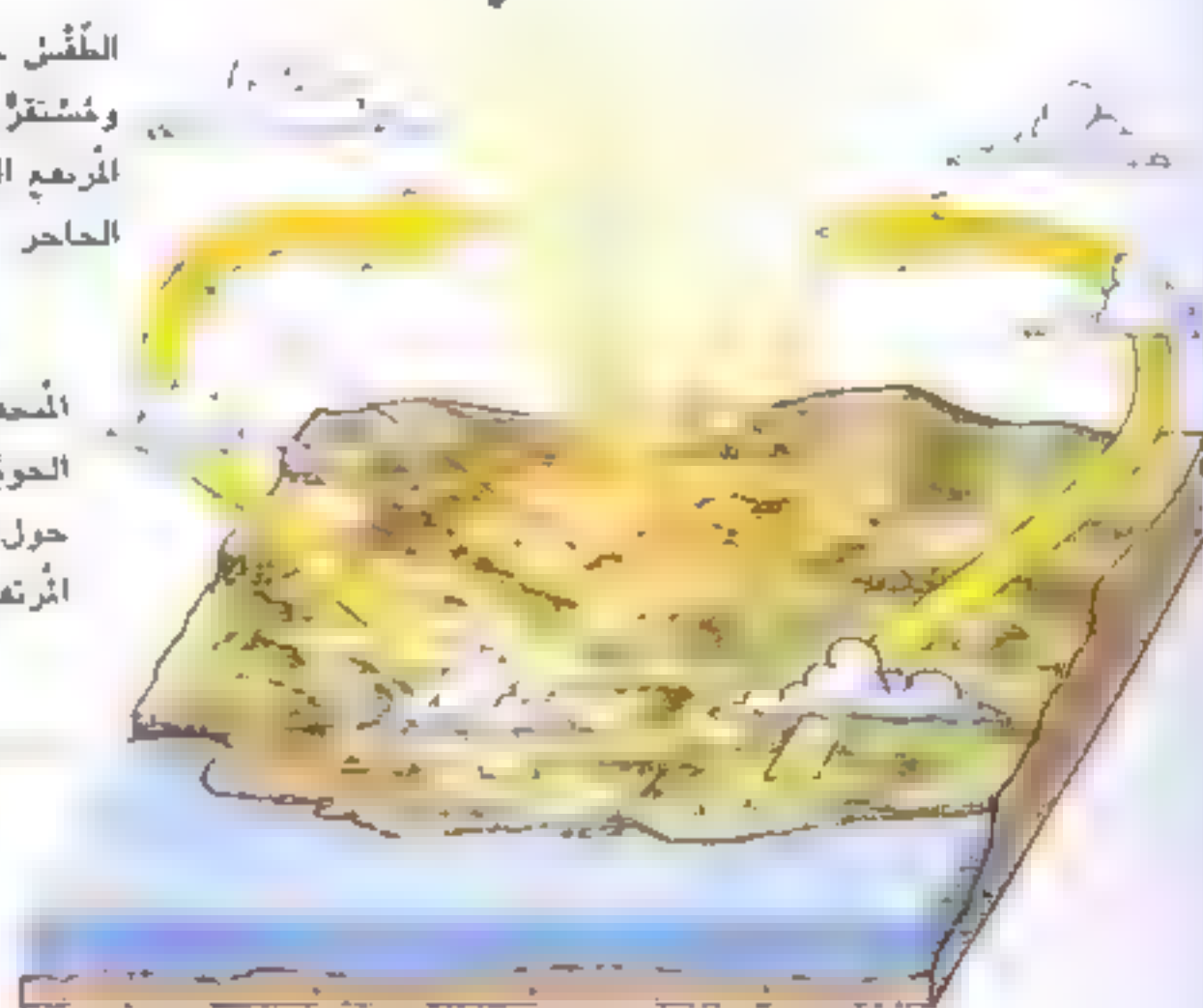
الحويّة تدور

حول وحارج

المرتفع الحوي

الطقس غير شتقر بعيداً

عن المرتفع الحوي



### المرتفع الجوي الحاجز

قد يتسبب المرتفع (المنخفض) الجوي في جلب الجفاف على منطقة يتبع وصول المنخفضات الجوية المتحركة إليها. وإذا لازم المرتفع الجوي المكان مدة طويلة، فإنه يمنع أي تغير في الطقس على مدى عدّة أسابيع المرتفعات الجوية لحدّة دافئة نشاء فتحدث طقساً صافياً بارداً في الشتاء وجافاً حاراً في الصيف

### البقاء في ظروف الجفاف

البثّ مرهراً في هذه المنطقة الحافة عادة من أستراليا - حيث يكون بساط قريش المون على مدى بضعة أيام والمعروف أن معظم اسباب لا تسبب نقاء على يد الحياة في الصحارى لأنها شديدة الجفاف، لكن بعض الثور نطل دوية في اثرة عدّة سنوات وهي حاسما يهض المطر، مريحان ما تفتت حيوتها فتزهر وتنتج بزوا جديدة على عجل - قبل أن يجف سطح الأرض ثانية.

### حرائق الأدغال

يحدث حرائق الأدغال كثيراً في المناطق الحافة الحرة، فتخرق لدغل مُفسحة المجال أمام نيت جديد لينمو ويتكاثر - علماً أن الحرارة ضرورية لإنداش بعض البزور، فبعض أنواع نبات الأدغال يقرض حينما يمنع الناس حدوث الحرائق فيها. وهناك لُحاة إلى ترك حرائق الأدغال قاحلاً متجراها شرط ألا تهلّد حياة المواطنين



لا يصل الماء إلى قبة

اشجره - فتشبه

الاعصان العليا وتشمرو.

الماء المتوافر كافٍ لنقاء

الاعصان للشغل فقط حبة.

### النباتات العطشى

تحتاج معظم النباتات إلى مبد منسوب من الماء نضحي حبة محلان فرة الجفاف يموت نبات كثيرة حتى المستبر منها ومن الأعراض البنية على أن الأشجار لا يحصل على كدتها من ماء المطر موث أعصابها الغيا وأسماؤها



#### لمزيد من المعلومات انظر

السحب ص ٢٦٠

الشمع ص ٢٦٦

الزرد ص ٢٦٧

قورات في الغلاف الجوي ص ٣٧٢

الصحارى ص ٣٩٠

خضائق ومعلومات ص ٤١٦



# الثلج

لا توجد كسفتان ثلجيتان متماثلتين تمامًا؛ وتتألف الواحدة من بلورات جليدية متماسكة من بخار الماء المتجمد. وتقسّم أشكال البلورات الجليدية إلى حوالي ٨٠ صنفًا، منها الإبري والموشوري واللّوحي والسّداسي والعمودي الشكل. يعتمد شكل البلورة على درجة الحرارة والارتفاع والمحتوى المائي في السحابة التي تكوّن فيها. أما الثلج فقد يكون «رطبًا» أو «جافًا». ويتألف الثلج الرطب من كسف ثلجية كبيرة؛ ويتكوّن في درجة التجمّد أو دونها قليلًا. وهو مثاليّ للهو بكرات الثلج، لكنّه عسير الإزالة. أما الثلج الحافّ فمسحوقيّ القوام وتسهّل إزالته. وهو يتكوّن في درجة حرارة دون درجة التجمّد بكثير. والسّفاف، في الغالب، ثلج نصف منصهر، أو مطر نصف متجمّد يتكوّن عندما تسخّر قطرات المطر وترد أثناء سقوطها.



جميع الكسف الثلجية  
سداسية الشكل البلوري

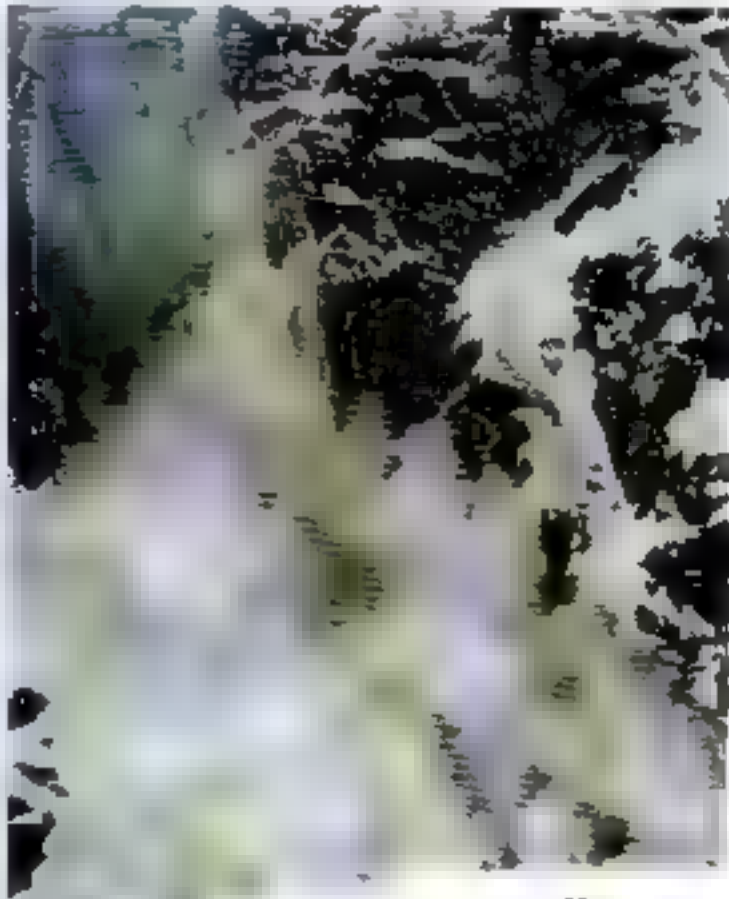
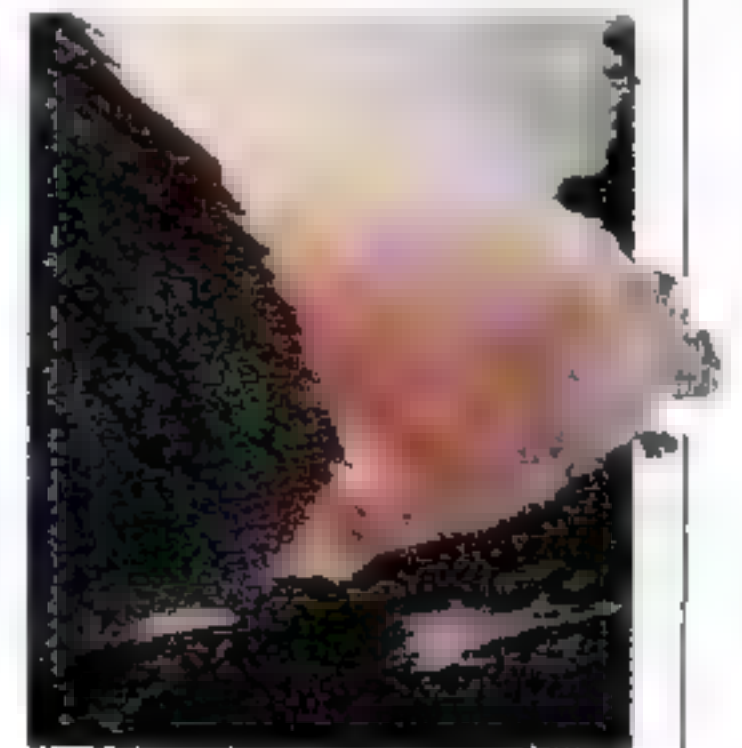


## كيف يتكوّن الثلج

تتكوّن البلورات الجليدية في سُحب تتراوح درجات حرارتها بين -٢٠° و -٤٠° س. وتتشأ الكسف الثلجية يتماسك البلورات الجليدية معًا وهي تساقط رطبة ثم تتجمّد مُحدّداً وهي بعد سقوطها من سحابة، لا تصل إلى سطح الأرض نلحًا إلا إذا كانت درجة حرارة الهواء على، أو دون، درجة التجمّد على طول مسارها. أمّا إذا كانت درجة الحرارة فوق درجة التجمّد، فقد تسخّر البلورات تمامًا أو تنصهر وتسقط سقسًا أو مطرًا. أحيانًا، يُشاهد السكّان في أعلى ماطحة سحاب أنّها تثلج، بينما يتهيّر المطر على المارّة في الشارع دونهم

## الثلج القرنفلّي

الثلج ليس أبيض دائمًا - فقد يكون قرنفليًا أو أسمرًا أو مُحمرًا. الثلج القرنفلّي، المشيّر في الصورة، موجود في عرسلند، ويعود لونه إلى لون الطحالب التي تعيش فيه. وهذا الجُصّ الذي يُلون الطحالب يقها أيضًا في ظروف البرد القارس



## الهبارات الثلجية

يمكن حدوث الهبارات الثلجية إذا زاد أبعاد السحب الحبي على ٢٢ مترًا. فتراكم الثلج أكثر ما يبدأ كمية صغيرة منه بالانزلاق فتتجمّع حولها كتل ثلجية يعاطم حجمها أكثر فأكثر عبر السحابة وقد ينجم انطلاق الهباز السحبي سببًا لتساقط الثلوج بكثافة على الجبل، أو لارتفاع درجة الحرارة أو لحركة متزلّج أو حتى لاهتزاز أحدثه صحن مرنّع



سطح القلايص الجليدية الأبيض  
الصفيل يعكس حرارة الشمس  
مُثبّتها باردة حتى خلال الصيف.

## الثلج الدائم

تتألف المثلج والعلاس لجليدية من ثلج لم يسر انصهاره؛ بل أكبست جميع البلورات وانكسب الثلجة فيه تحت وزن الثلج المترايد الشاسط فوقها. وتتكوّن القلايص الجليدية والمثلج على قمم الجبال وعلى مقرّة من القطبين



## رغم الثلوج

عندما يتكسّر الثلج أركانًا، قد يُخضر الناس في أماكن تواجدهم - في السيارات أو داخل المنازل وإذا طمّر الناس، أو الحيوانات، في الثلج فممكنهم البقاء على قيد الحياة فترة طويلة، لأن الثلج الساقط حديثًا يحوي هواءً، في الفجوات بين البلورات الجليدية، يُمكن تشنّه

## لمزيد من المعلومات انظر

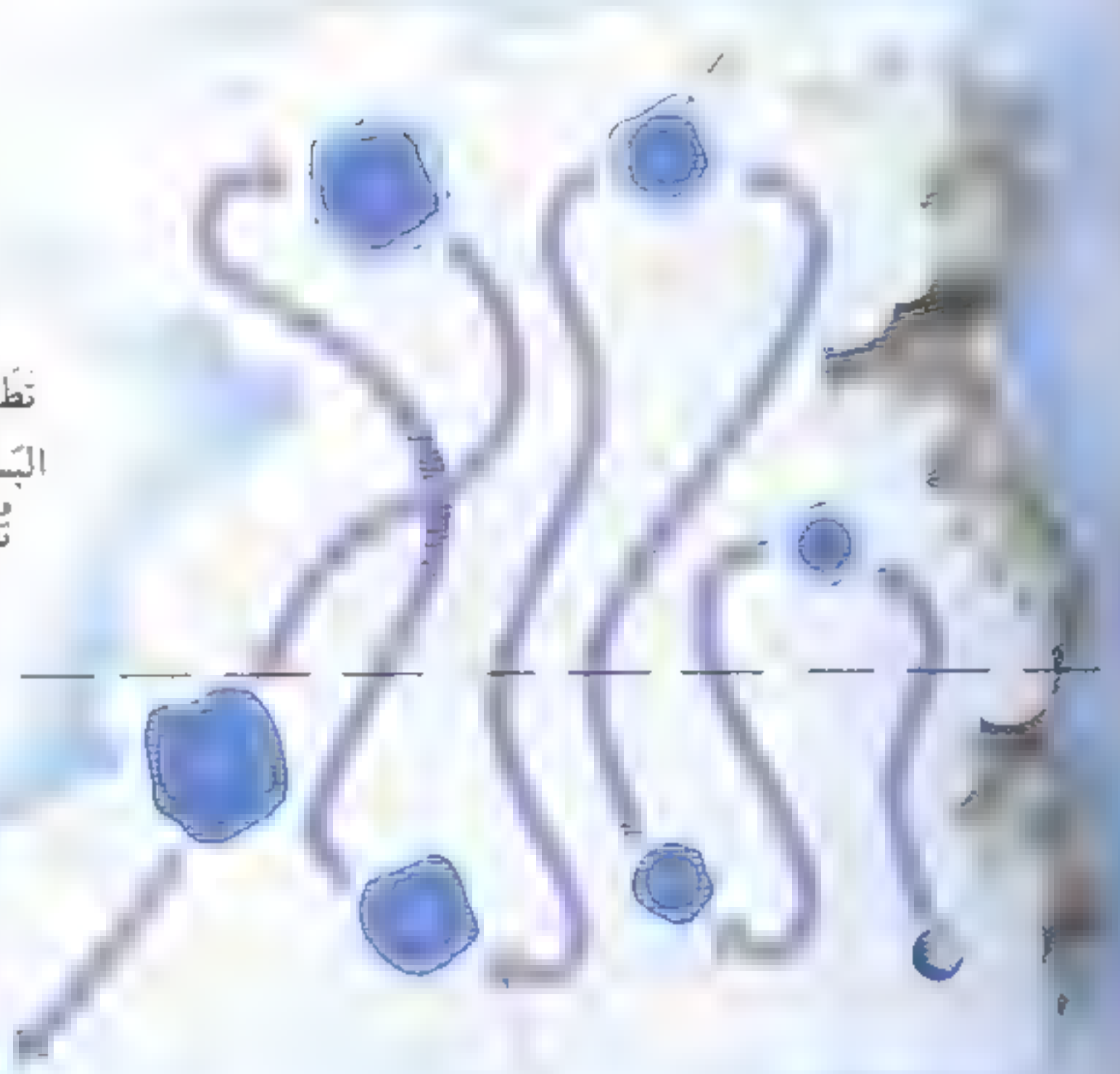
- تعلّم الحرارة ص ١٤٢
- الحليد والثلج ص ٢٢٨
- درجات لحرارة ص ٢٥١
- السحب ص ٢٦٠
- ماجنّ القطبين والشمس ص ٣٨٢



## البرد

صفحة جريدة من الجسد  
تتحدث حول حبة الرد

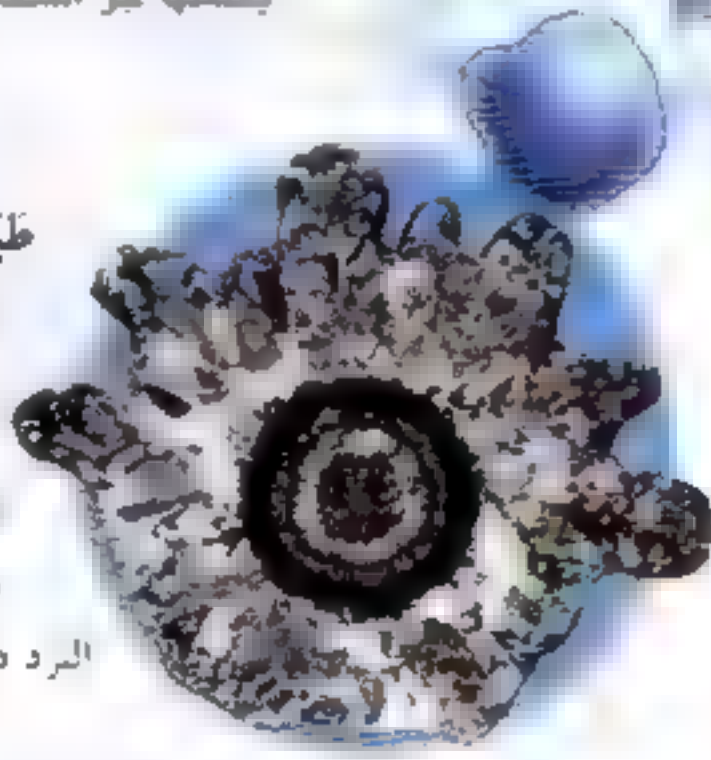
البرد قطرات من المطر المتجمد تتكون داخل سحابة  
مُربّية ركامية شاهقة حيث الطبقات السفلى أدفاً بشكل  
ملحوظ من درجة التجمد في الطبقات العليا. هذا  
الفرق في درجة الحرارة داخل السحابة يحدث  
تيارات هوائية قوية تتقاذف قطرات المطر صعوداً إلى  
نطاق التجمد العليا وهبوطاً إلى النطاق الأدنى. وكئي  
تظل حبة الرد في السحابة وقتاً كافياً لتصبح بحجم حبة  
البسلي ينبغي أن تتقاذفها التيارات صعوداً وهبوطاً بسرعات  
تقارب ٣٠ م في الثانية (١٠٨ كم/سا). وخلال حركة  
البرد هذه داخل السحابة ترتطم حباته بعضها ببعض  
مُسيبة، أحياناً كثيرة، انفصال شحانات كهربائية تحدث  
البرق داخل السحابة نفسها أو بين السحابة  
والأرض أو بين سحابة وأخرى.



أخيراً تصبح حبة الرد من النفل بحيث لا  
يحملها جوف السحابة فتسقط إلى الأرض.

## طبقات الجليد

نرى سفع الغرضي المتدلل  
يوصح أن حبة الرد تألف  
من صندب متر كيو كد  
نصفه ويمثل كل طبقة رحلة  
صعود وهبوط قطعته حبة  
البرد داخل السحابة قبل سقوطها



تتأثر الهواء الصاعد يحمل حبة  
البرد ثانية إلى أعلى السحابة

## كيف يتكون الرد؟

يشأ الرد داخل السحب الركامية المربّية لشدهم التي قد تسمى إلى ارتفاع  
١٠ كم. فالتيارات الهوائية القوية الصاعدة داخل السحابة تستطيع حمل قطرات  
مطر إلى طبقاتها العليا المتجمدة. وحال سقوط القطرة المتجمدة، يعود التيار  
الهوائي فتدفعها ثانية إلى أعلى بحيث تتجمد طبقة جديدة من الجليد حولها وتتكبر  
هذه العملية عدة مرات حتى تصبح حبة الرد ثقلها تسقط ثقلاً إلى الأرض

## أضرار الرد

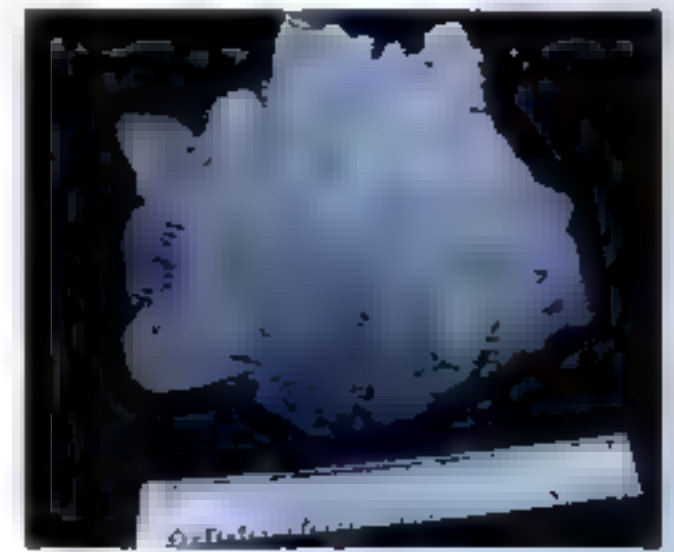
يسبب الرد أضراراً بالغة، فسلف المحاصيل أو  
بعضها عن صاحبو بلع، كهذا الشح في الصورة  
المقدمة وقد تحطمت حبات الرد الكبيرة زجاج  
الوقد وسفر الناس وقد سبب أضراراً بطور  
الصغير إذا ما علقها نعر صف الردة دون عطف

## منع الرد

لقد جرت عدة

محاولات لمنع أضرار الرد

بأستطارة منها، مثلاً بإطلاق  
المدافع على السحب كما سُئ  
هذه الصورة عن منحبة فريته  
صادرو عام ١٩١٠. ولقد عهد  
فريب، اعدب المحاولة بإطلاق  
نور ت يوديد الفضة داخل السحب  
قصد تحويل حبات الرد إلى مصر،  
لكن لما يثبت جدوى ذلك عملت



## حبات برد قياسية

أحياناً تسع حبات الرد حجم انب (كثل  
نعب) وأحياناً أقل، حجم كرات الشس أما  
بحجوم أصحمة، كسك التي سقطت في  
نملاش عام ١٩٨٦ وبلغ وزن الواحدة منها  
١,٠٢ كم، فديره في الصورة أعلاه، حبة برد  
صحمة سقطت في كساس، بالولايات  
لمعده، عام ١٩٧٠، وبلغ محيطها ٤٣,٦ سم  
ووزنها ٧٦٥ غ



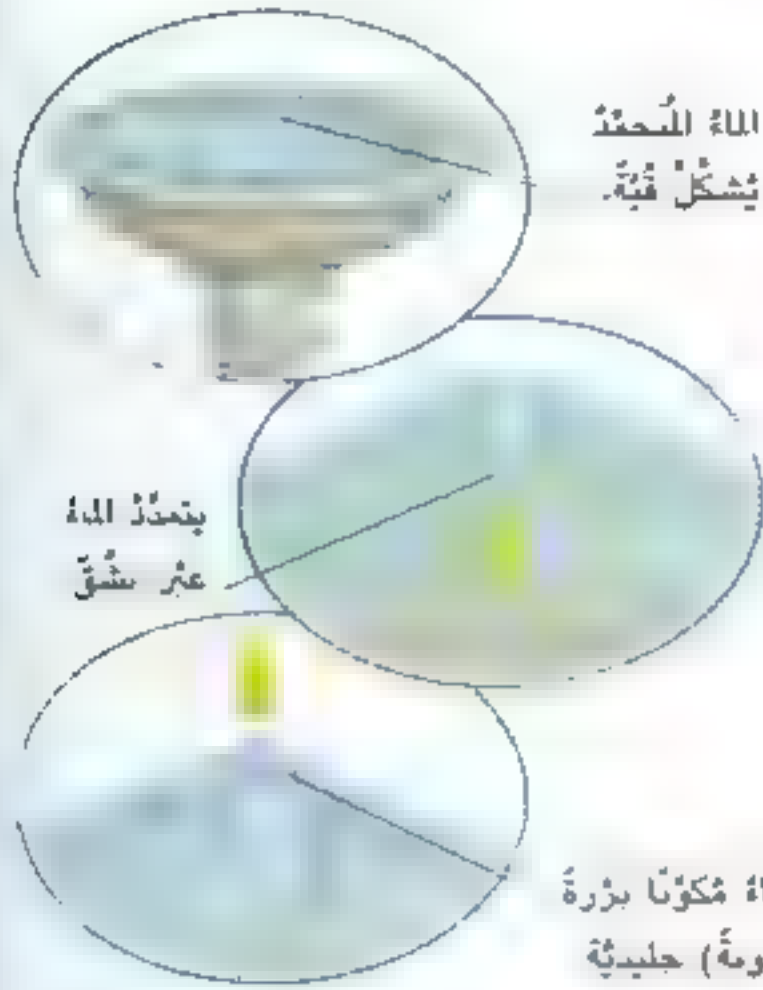
## لمزيد من المعلومات انظر

- ابتداء الحرارة ص ١٤٢
- كهربائية الشاكة ص ١٤٦
- البرق والرعد ص ٢٥٧
- لشحب ص ٢٦٠
- المطر ص ٢٦٤



# الصقيع والندى والجليد

بعد غروب الشمس تبدأ الأرض تفقد حرارتها بالإشعاع في حين لا يفقد الهواء حرارته بالسرعة ذاتها، فتغدو الأرض أبرد من الهواء فوقها. ففي الليالي الساكنة الصافية يتكثف بخار الماء في الهواء على سطح الأرض كقطرات ندى. ويبدأ هذا التكاثف على درجة حرارة تُعرف بنقطة الندى. وإذا هبطت درجة حرارة الهواء إلى ما دون درجة التجمد، يتحول بخار الماء مباشرة إلى بلورات جليدية تُعطي كل شيء بالصقيع. أحياناً تغطي الأرض بطبقة جليدية شفافة تجعل الطرق زلقة - ويحدث ذلك حين يسقط المطر عبر طبقة هواء باردة جداً على أرض درجة حرارتها دون درجة الصفر المئوية، فيتجمد المطر إلى جليد يبدو قاتماً لأن الأرض ترى من خلاله.



الماء السائل  
يشكل قُبَّة.

يتجمد الماء  
عبر شق

متجمد الماء مكوناً بذرة  
(دالة مقلوبة) جليدية

## الصقيع الفضي

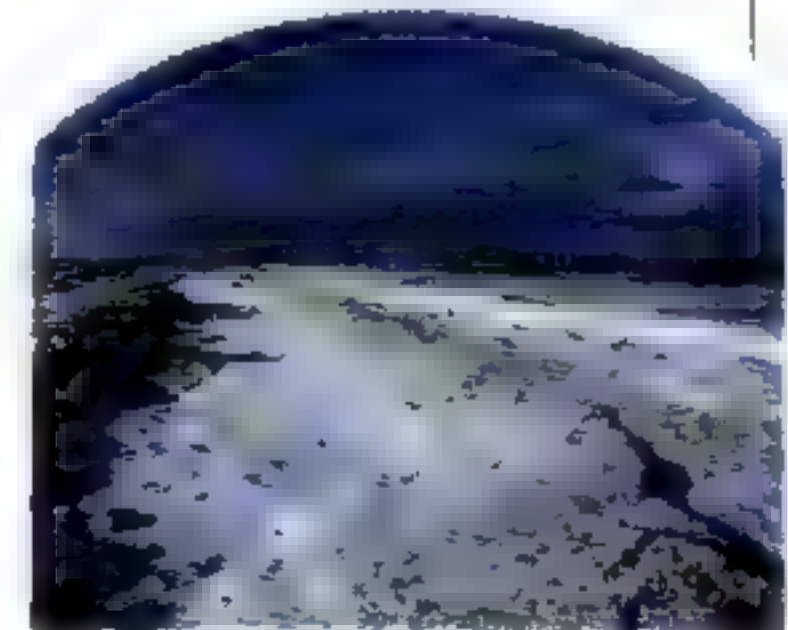
يحدث الصقيع غالباً في الليالي الباردة حين السماء خالية من السحب التي تعبر شمس الحرارة من الأرض. والصقيع الفضي هو الأكثر شيوعاً حيث يغطي سطح الأرض وأوراق الأشجار وأعصابها، وحتى شباك العاكس، طبقة رقيقة من البلورات الجليدية الدقيقة. ويكون الصقيع الفضي أحياناً من البياض والسماكة بحيث يبدو كطبقة من الثلج.

فلما يكون الجليد على نهر أو بحيرة  
ذا سماكة كافية للتزلج فوقه.



## الماء المتجمد

في الطقس البارد جداً قد تتكون صلبة من لحديد فوق الأنهار والبحيرات وقد تبدو سمكة قوية عند أطرافها، لكنها تحوي ثقباً واحداً حيث يرق لحديد ندى من لحظرة استبر على الماء المتجمد بالحديد الأسماك لا بصيرها هذا يعطى الجليدي، بل هو في مواقع يحتمل إذ يسع تجمد لمياه نضج

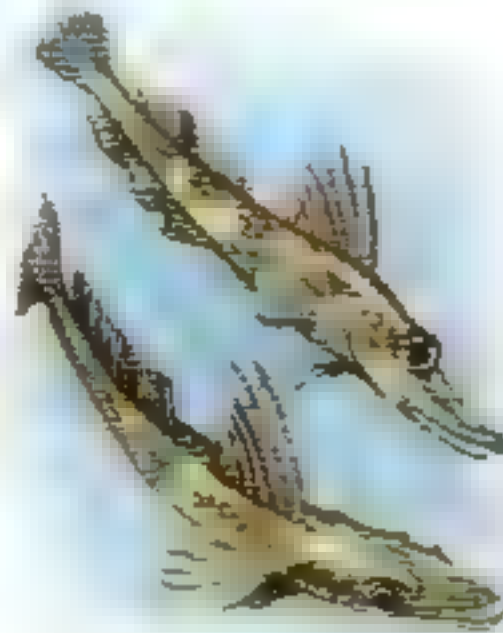


## تجمد البحر

لا تتجمد البحار عادة لأن لماء المالح تتجمد على درجة حرارة دون درجة تجمد الماء العذب لكن يندب البرودة قد تجمد ماء البحر، محاذية على مقربة من الشواحل

## سمك الجليد في القارة القطبية (الجنوبية)

إن المياه حول القارة القطبية الجنوبية شديدة البرودة بحيث تجمد الدم في عروق الأسماك العادية أما الأسماك التي تعيش في تلك المياه فقد طورت طبيعياً بعض الكيماويات في دماءها لمقاومة التجمد تماماً كما يجمع مقاوم التجمد تجمد الماء في مَشِيع السَّيَّارَة أثناء برود الشتاء.



## دَلَوَاتٌ جليدية مقلوبة

تتكون «الدَلَوَاتُ» الجليدية أحياناً كزوايا في التراكيب الضخمة أو مَدَاطِس المصافير، لأن الماء المتجمد يسد مدفع قبة صغيرة من الجليد صغداً فإذا تشققت القبة شرايد المتجمد يدفع الماء من تحته عبر الشق ويتجمد. ويتكرر هذه العملية عدة مرات تتكون البُرَّاث (الثقوات) الجليدية.



## بركة ندى

الندى الذي يتكون خلال الليل يغطي سطح الأرض في الصباح الباكر وعند شروق الشمس وأتبعات الندى يتبخر في الهواء يضيغ بعض المزارعين برك الندى - ليست سوي حفر واسعة ضحلة في المواقع الخفيفة من حقولهم - تتجمع فيه الندى فتشره الحيوانات عند طلوع النهار وقد تواجد برك الندى هذه طبيعياً

## لرديد من المعلومات أنظر

- تغيرت لحالة من ٢٠
- اتقال الحرارة من ١٤٢
- الجليد والمثلج من ٢٢٨
- اتلج من ٢٦٦
- مناطق القطبين والشدرا من ٣٨٢



# ظواهر وتأثيرات غير عادية



## نار القديس إلمو

في الأجواء العاصفة قد نشهد بومع كروي أحمر مزرقي كالزق على الأحسام المسدقة الأطراف وقد أطلق البخارة على هذه الصخرة فوق صواري الشقي اسم نار القديس إلمو. ونشهد هذا التوهج اليوم أحياناً على أطراف أحجار الصخرات وما بعد لصواعق



## الشراب

أشرب بقرن دهيًا بالصحاري الحارة؛ لكن سكرت مشاهدته على طريق معشدة في يوم حار. المعروف أن الضوء يكبير (ينحني) أثناء انتقاله من الهواء الدافئ إلى الهواء البارد. فعندما يكون الهواء الملايس ينطج الطريق أسحب من الهواء فوقه، تكبير أشعة الضوء ضعدًا بحيث تبدو كأنها آتية من غير المكان الذي انطقت منه؛ لذا يبدو السطح كأنه بركة ماء. والواقع أن ما نراه هو صورة للمصاء، لأن أشعة الضوء من البحر تبدو كأنها آتية من سطح الطريق

اللون قوس قزح من الخارج إلى الداخل هي كما يلي الأحمر، البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، البنفسجي

**أقواس قزح**  
يُمكنك مشاهدة قوس قزح فقط عندما تكون الشمس خلفك ورؤ المطر أمامك. فهذه الأقواس تتكون عند تقاطع أشعة الشمس في ملايين قطرات المطر تعمل القطرات المعلقة في الهواء كموشوراب صغرة تحلل ضوء الشمس المار خلالها، كما هو موضح أعلاه، إلى ألوان الطيف السبعة التي تولد قوس القزح. وقوس القزح هو في الواقع خرة من دائرة كاملة نحجب الأرض معظمها. لكن من ارتفاع شاهق، من طائرة مثلاً، ومع شيء من الحظ، قد نشهد الدائرة اللونية كاملة

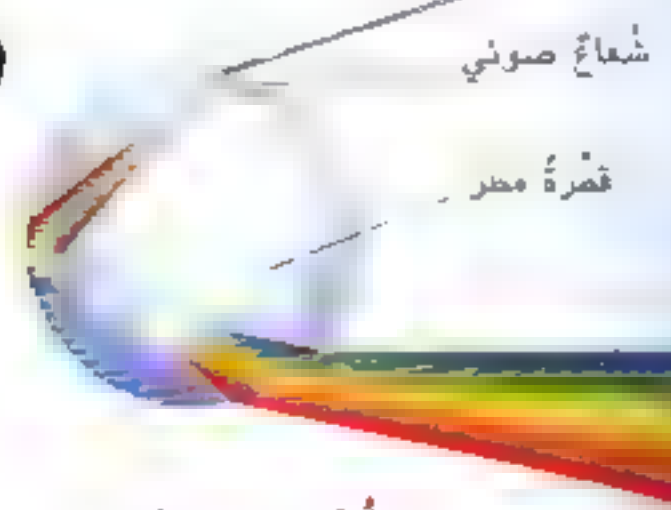
## هالنا القمر

تتكون هالنا خول القمر أحياناً عندما يتعد ضوء القمر عن حدود حديقته عائنه في الفضاء. ويرتد الضوء المنعكس على الغلاف الجوي ٢٢ أو ٤٦ فوتاً هائس متصليش ويكون الهالان عادة غير مكتمل، وعائنه نشهد الضعيف منهما فقط. عد ويمكن مشاهدة هالاب حول الشمس أيضاً

هالنا القمر

## شيخ بروكن

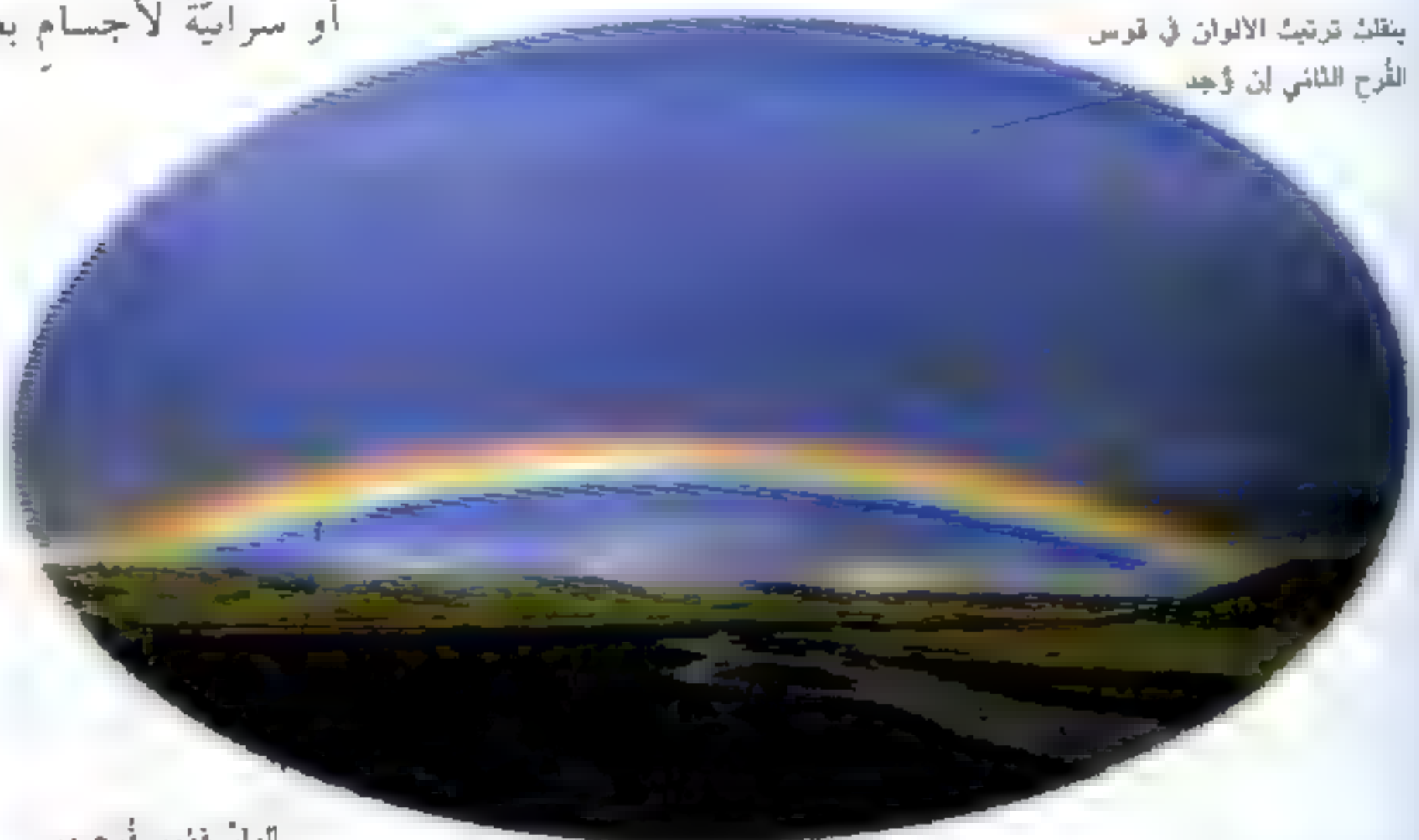
يمكن مشاهدة ظاهرة فريدة عندما تكون الشمس حصة في السماء، يحاضره في الحاصل الحية - إذ يبدو ظلال الأشياء والناس صعبة هائلة على انصاف أو الشخب الواقعة تحته. ويعرف هذا الظل شيخ بروكن سنة إلى حل بروكن في ألمانيا حيث نشاهد هذه الظاهرة



## تحلل ضوء الشمس

تعمل قطرة المطر كموشور صغرة، فيكسر شعاع الضوء لنافذاتها، ويعكس بداخلها، ثم يكبر ثابتة وهو يعايرها.

ينقل قوس قزح الألوان في قوس القزح الثاني إن وجد



## جون تيندال

اهتم العلم البريطاني، جون تيندال (١٨٢٠-١٨٩٣)، بدراسة المثلج، وكان من أوائل منسقلي جبل ميرهون في الألب السويسري. وله أيضاً



أبحاث في الضوء وظاهرة استقطارته

بالتجارب الكسرة وانعكاس هذه الظاهرة المعروفة باسمه هي سنت رؤيتنا لحزم الأشعة من نور الشمس وارتأى تيندال أن زرقعة السماء عائدة إلى كؤب استدارة الخرة الأزرق من نور الشمس في السماء أيسر كثيراً من استدارة سواء من الألوان الأخرى؛ وقد أثبت أيشين صيغة ذلك فيما بعد

## لزيد من المعلومات أنظر

- الكهرباء شاكه ص ١٤٦
- الانكسار ص ١٩٦
- الضوء وإماده ص ٢١٠
- الضلال ص ٢٠١
- الألوان ص ٢٠٢
- لحز ص ٢٤٨



# التنبؤ بالأحوال الجوية

العلامة الدالة على  
الرُّعد تحدّد موقع  
المعركة



ماذا ستكون عليه حال الطقس اليوم؟ إن التنبؤ بدقة عن الطقس يتطلب تجميع معلومات من جميع أنحاء العالم. هنالك نوعان من التنبؤ - نوع طويل المدى يُنبئ بأحوال الطقس عموماً خلال الأسبوع المقبل، ونوع قصير المدى يُنبئ بأحوال الطقس مفصّلة للأربع وعشرين ساعة التالية. أكثر المهتمين بتنبؤات الأحوال الجوية من غير العسكريين هي منظمات الطيران المدني، كشركات الطيران والمطارات التي تحتاج إلى معرفة أحوال الجو على ارتفاعات مختلفة. كذلك تحتاج شركات الملاحة البحرية إلى التحذير من العواصف؛ ونحتاج محطات القدرة إلى معرفة أوقات البرد المتوقعة كي يُصار إلى تقدير وتلبية كميات الطلب على الطاقة. كما يحتاج المزارعون إلى تنبؤات الطقس ليستطيعوا تنظيم أوقات الحصاد وحماية المحاصيل. وأنت أيضاً تحتاج إلى نشرات جوية يومية لمعرفة نوع الملابس التي سترتديها، وما إذا كان عليك حمل المظلة حتى ولو بدا لك الطقس مشمساً.

منخفض جوي  
ينحزل شرقاً منطوء  
حاصلاً مطراً عربياً  
بحر منطقة وانزلو

## الطقس في التاريخ

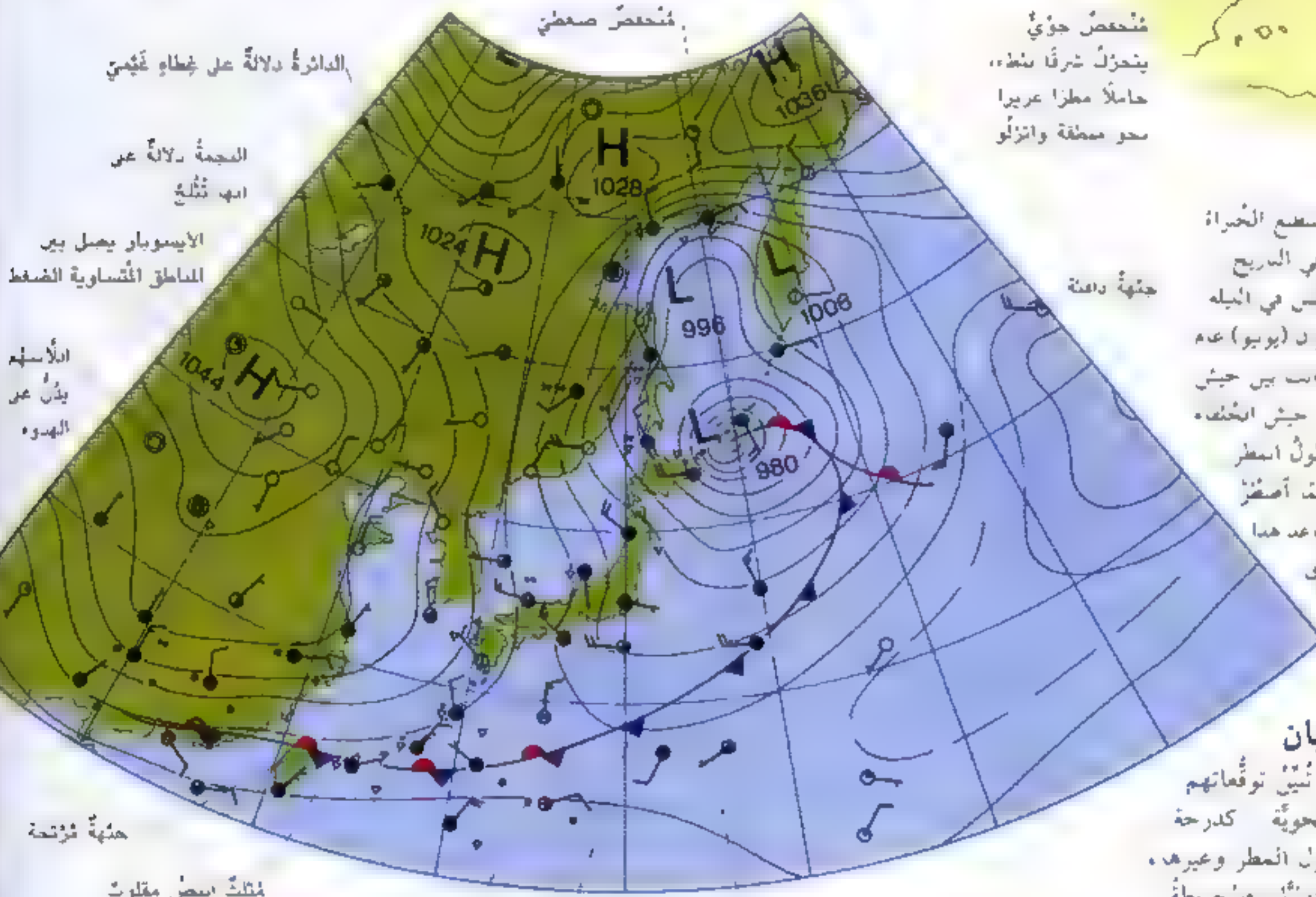
بالرجوع إلى استحداثات القديس بيسطع الخراء  
رسم حرائق الطقس لأيام متتالية في الريح  
والحرارة أعلاه، تُنبئ أحوال الطقس في الجبل  
السابع معركة وانزلو في ١٧ حزيران (يونيو) عام  
١٨١٥. والمعروف أن معركة كانت بين جيش  
الإمبراطور الفرنسي نابليون، وبين جيش الحلفاء  
 بقيادة دوق ولنتون. فقد أدى غطول المطر  
العربي إلى تحويل أرض المعركة من أصفر  
العربي إلى باحير فحومهم مساعد هذا  
التأخير على مدق لمريد من العرب  
العسكرية لمساندة جيش ولنتون  
وانتصاره في المعركة

## خريطة طقس من اليابان

يؤسّم المشتون خرائط لطقس تُنبئ توقعاتهم  
لمختلف الظروف والأحوال الجوية كدرجة  
الحرارة والرياح والصعط وخطوط المطر وغيرها،  
مستخدمين رموزاً متفق عليها دولياً. ولخريطة  
المعدّة ليوم ١٦ كانون الأول (ديسمبر) عام ١٩٩٢  
تُنبئ تسنؤ منخفض جوي فوق اليابان فالرياح  
القوية نهت حول المنخفض باتجاه صد اتجاه  
عقارب الساعة مدورة جهات من الهواء الدافئ  
واسارد معه. فطقس اليابان المتوقع عاصف رصت  
- بينما يُسيطر مرتفع جوي إلى العرب مما يعني  
أن الطقس في الصين بارد وجاف

## منظر من الفضاء الخارجي

تلتقط صوراً للشحب من الفضاء الخارجي بواسطة سواتل رصد الطقس،  
فبين الأحوال الجوية بظرو حادته الصورة السابقة هـ بين أنماط  
الشحب المرافقة لخريطة الطقس أعلاه. فلاحظ أن الشحب تُشكّل  
عمدة كثيفة على مقربة من مركز المنخفض الجوي، مع مريد من الشحب  
المُتشرة على مسدّد خطّ الجهة



جبهة مُرتدة

مثلث اصغر مقلوب  
رسا على غيب بدو  
عن خطوط الممر

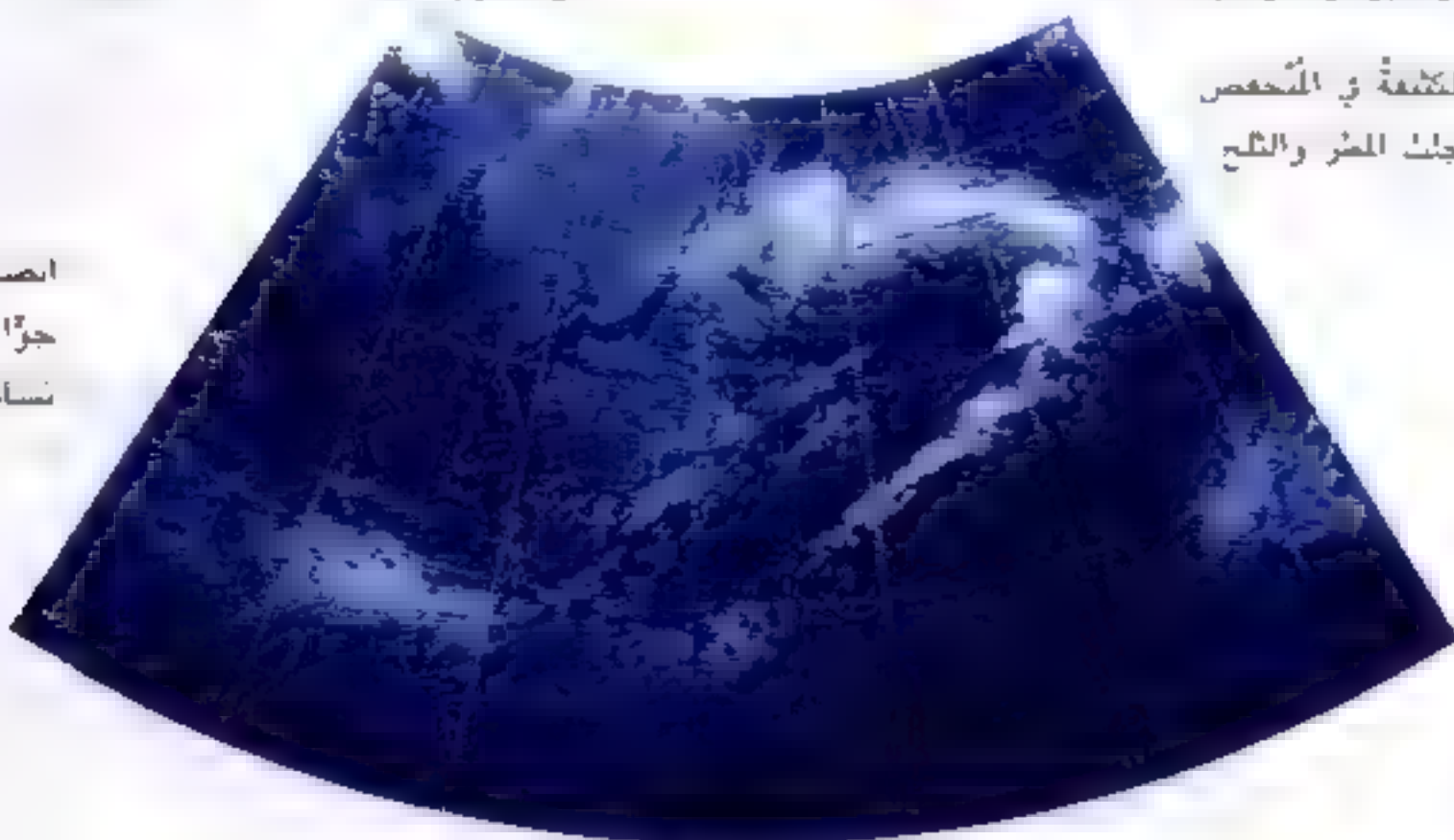
المقطعة السوداء دلالة  
على خطوط الممر

جبهة باردة

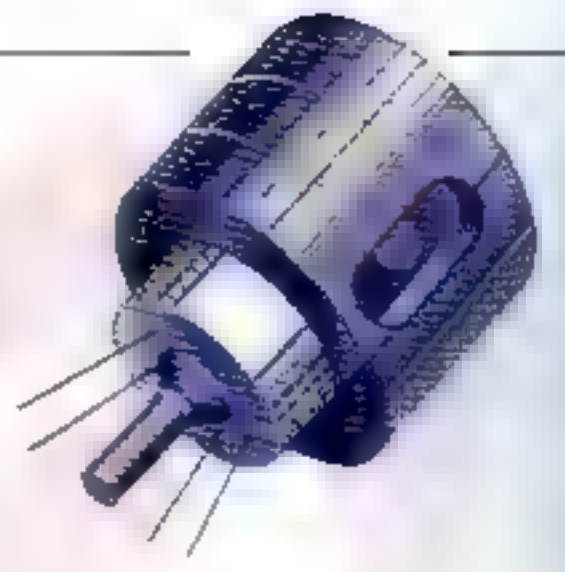
بدل الشخب على اتجاه الرياح  
والايراش على قوسها

الشخب الكثيفة في المنخفض  
الجوي تجلث الممر والثلج

اصعق العالي يخلث  
جوا صاعق بدو  
نساقد







## السواتل

تُجمع المعلومات من الأرض بواسطة السواتل وتُرسَل إلى محطات الرصد الجوي كل ٣٠ دقيقة مُرفعة بصور لأحاط السحب المشاهدة

## جمع المعلومات

نظم منظمة الأرصاد الجوية العالمية ١٥٠ بلدًا تقيّد كلُّها من المعلومات المُجمّعة في المراكز العالمية لرصد الأحوال الجوية. فتُجمع كلُّ يوم مُعطيات من حوالي ١٠,٠٠٠ محطة أرضية و ٧,٠٠٠ سفينة ومئات الطائرات ولماطيد وعِدّة سواتل، في مراكز حاصّة في موسكو بروسيا، وواشنطن العاصمة بالولايات المتحدة، وملبورن بأستراليا. وتُنظّم الشبكات الجوية الإقليمية والدولية، وترسل إلى الأعضاء في المنظمة؛ فيرسل هؤلاء بدورهم تلك المُعطيات إلى مكاتب الأرصاد الجوية المحليّة التي تُعدّ بدورها النشرات الجوية الحاصّة بالبلد العضو.



## السفن

تقيس سفن الرصد الجوي الضغط ودرجة الحرارة في مُستوى سطح البحر، كما تقيس درجة حرارة البحر ذاته. وتُطلق أيضًا بالونات الرصد الجوي لتبعث المعلومات عن أحوال الجو على ارتفاعات مُختلفة.

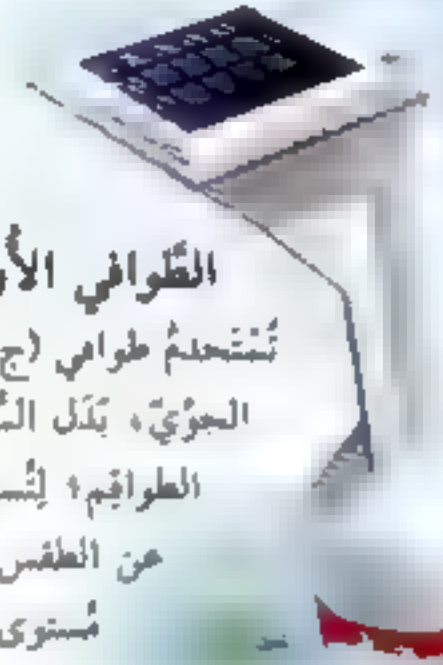
## الحواسيب

تُعَدّى النظم والنماذج الحاسوبية بالمعلومات الارصادية من سائر أنحاء العالم، فتقوم الحواسيب بتنظيم التنبؤات عن أحوال الطقس المُتوقّعة



## الطوافي الأوتوماتية

تُستخدم طوافي (ج. طافية) الرصد الجوي، يذلل السفن ذات الطواقم؛ لتُسجّل المعلومات عن الطقس المحلي على مُستوى سطح البحر وتُرسلها إلى السواتل



## مسابير الرصد اللاسلكية

تحمّل المناطق المُعبّأة بالهليوم رزمًا من المُعدّات إلى الجو تُعرف بمسابير الرصد اللاسلكية. وبالإضافة إلى ما تبعثه هذه المسابير من مُعطيات عن الضغوط ودرجات الحرارة، فإنه يمكن تعقبها لقياس سرعات الرياح المُختلفة.



تُطلق مسابير الرصد اللاسلكية مرّتين في اليوم على الأقل.

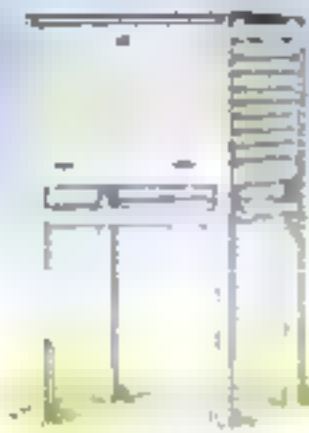


## الطائرات

تحمّل طائرات خاصة آلات الرصد إلى الجو، وهي أحيانًا تَبثّ قياساتها تواليًا إلى الأرض، أو تُسجّل قياساتها المُختلفة وتعودّ بها إلى الأرض.

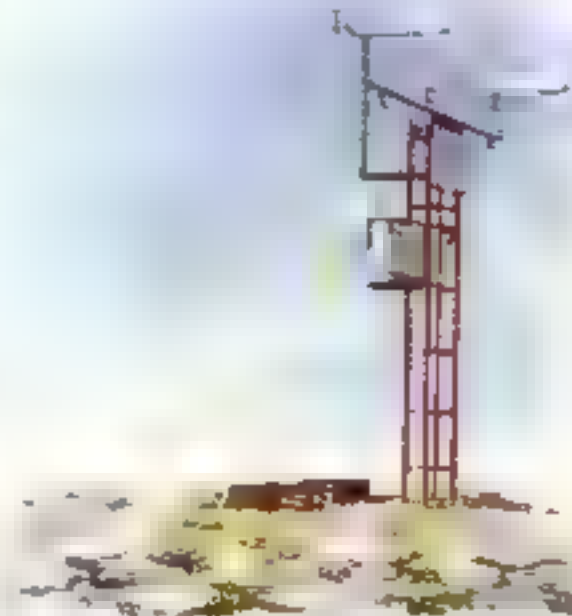
## المحطات الصغيرة

يؤدي بعض الأفراد دورًا مهمًا في رصد الطقس بواسطة آلات رصد بسيطة، وهم يهتمون بتعليماتهم عن أحوال الطقس المحليّة إلى محطة رصد رئيسية



## استخدام التنبؤات الجوية

لا غنى للمطارات عن تنبؤات الأحوال الجوية، بخاصّة في طقس رديء، كي تتخذ التدابير وتجهّز المُعدّات لإبقاء المدارج سالكة. ويُعتبر الثلج والجليد أسوأ ما يُهدّد حركة الطائرات من أخطارها؛ كما إنّ التحذيرات من الرياح العاتية مُهمّة أيضًا.



## المحطات المؤتمنة

في المناطق النائية تُجمع معلومات رصد الطقس في محطات غير مأهولة، ثم تُرسَل أوتوماتيًا عن طريق ساتل فضائي إلى مراكز الأرصاد الجوية وتُقام محطات مُماثلة على بعض بُنّات القطر الحرّة البعيدة عن الشاطئ

## لويس فراني ريتشاردسون

إسّسط الرياضي البريطاني، ل. ف. ريتشاردسون (١٨٨١-١٩٥٣)، طريقة لاستخدام التقنيات الرياضية في التنبؤ عن الأحوال الجوية. أنجز ريتشاردسون بطريقته أثناء خدمته العسكرية في فرقة الإسعاف خلال الحرب العالمية الأولى؛ لكنّ منحوظته فُقدت عام ١٩١٧ في إحدى المعارك، ثم وُجدت بعد عدّة أشهر تحت كومة من الصخّر. وقد سَهر عمل ريتشاردسون عام ١٩٢٢، لكن أفكاره لم يُمكن تطبيقها إلا حين اخترع الحاسوب الإلكتروني بعد ٢٠ سنة.



## لزيد من المعلومات الطر

- ضغط الهواء ص ٢٥٠
- الجنّات المُدجّبة ص ٢٥٣
- قوة الرياح ص ٢٥٦
- تكوّن السحب ص ٢٦٢
- رصد الطقس ص ٢٧٢
- السواتل (الأقمار الصناعية) ص ٣٠٠
- حقائق ومعلومات ص ٤١٦



## رصد الطقس

## أخمر السَّماء

يُخمر الأفق عادةً عند الفجر والغسق، لكن يُقيم  
السَّماء يُخجَّب بهذا الطُّلوع في أوروبا وأمريكا  
الشمالية، تحيل الرياح التغيرات في الأحوال  
الجوية من الغرب، وإذا اشتدت حُمرة اشفق عند  
الغروب فذلك يعني أن الطقس سيُصبح  
صافياً. أمّا حُمرة السَّماء عند الصباح فتعني أن  
الطقس الحيد يُشرف بهديه

الشفق المزدوج يصدُّ حرارة الشمس

على مدى آلاف السنين، قبل اختراع آلات رصد الطقس في القرن السادس عشر، كان الناس  
يرقبون المظاهر الطبيعية وشكل السماء والغيوم، وأوضاع الشمس والقمر وأحياناً سلوك  
الحيوانات والنباتات لتعرف أحوال الطقس. ولقد نشأ عن تلك الحِجرات الكثير من الأقوال  
المأثورة في علامات الطقس المُتوقع تباقلتها الأجيال على مرّ السنين فعدت جزءاً من التراث  
الشعبي عندهم. إن كثرة من هذه العلامات والأمثال هي أكثر من تراث شعبي - فهي غالباً ما  
تصيح في مجال الرصد الجوي. إن المراقبة الدقيقة لأحوال الطقس، مُعززة بالقياسات  
البسيطة لدرجات الحرارة والضغط الجوي تجعل  
عملية التنبؤ الذاتي بالأحوال الجوية المحلية مصدراً  
موثوقاً يُعَوَّل عليه.

الرفاء الأباخوري يُطلُّ آلات الرصد من شع  
الشمس المباشر. وتُشير شعوى الشهوية في  
جوانب الصدوق دوران الهواء بكثرة داخله

ترموتر ذو مُصيلة  
مُحصلة وأخرى جافة

تُقمر المُصيلة  
المُحصلة في ماء مُقفل  
وحلال عملية التنبؤ  
تُقسم الحرارة من  
الترموتر.

تُعالم جميع  
صناديق شيفنسون  
الاباخورية للرصد  
الجوي عن علو  
١.٢ كم كي يُمكن  
مُقارنة جميع  
القياسات بدقة

## الكرز الياباني

حرت معادة في  
الساكن على سجل  
تواريخ تنوير (إزهار)  
اشجار الكرز منذ عدة قرون. وقد ساهدت تلك  
التسجيلات المُهمّة بالرصد لجوي على معرفه  
موعية لطقس منذ مئات السنين، وما إذا كان فصل  
الشتاء دافئاً أو الربيع مُكرراً في أي سنة من السنين

## صناديق شيفنسون الأباخورية

تُستخدم مُعظم مخططات الرصد الجوي والكثير من المدارس صناديق شيفنسون  
الاباخورية. وقد يحوي الواحد منها ترمومترًا ذا مُصيلة مُحصلة وأخرى جافة  
لقياس الرطوبة النسبية، التي تتغير بتغير درجات الحرارة، والتي تُختسب بواسطة  
حدول حاصر. وقد يحوي الصدوق الأباخوري أيضاً ترمومترًا الهابيتي العظمي  
والضغري ومُستجلات لمُخطاطية للرطوبة ودرجات الحرارة.

## المواشي

يُعتقد شعباً أن خنوم المواشي في الخمول دليل على  
قرب فصول المطر. امراضاً أنها بذلك تضرر  
لنفسها مخفياً حافاً حتى لو كان هذا  
الاعتراض صحيحاً، فالملاحظ أن المواشي  
تختبئ في أي وقت. فلا يدلُّ خنوم صعب من  
اسر في حقل ما على قرب فصول المطر!

يُصنع مُلصق عُشبة  
البخر دُشناً عند  
اقتراب فصول المطر

زُكَّة بشرية

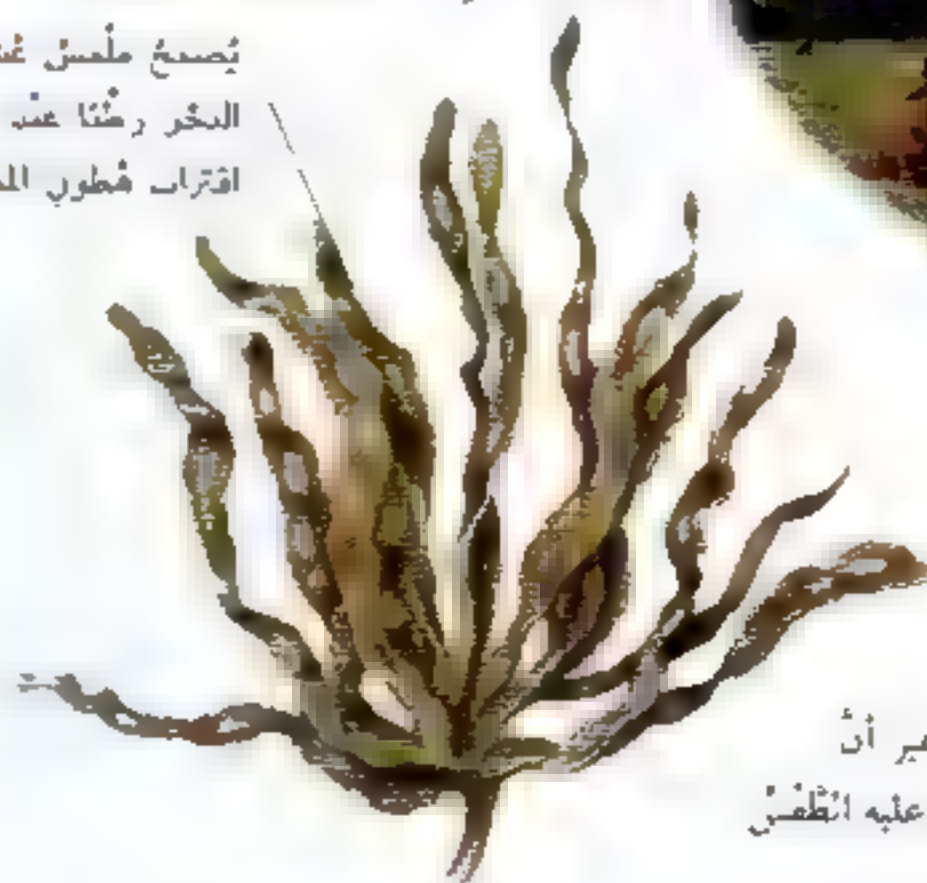
تُعاني الحيوانات من  
الزُكَّة (الدرومايزم) في  
مفصلها

## العظام

خلال فترات الطقس البُطيف يُعصب قد  
لا يشعر مُعانو الرُتية (الدرومايزم) بالألم.  
لكن مع اقتراب الطقس الرطب البارد،  
فإنهم يبدأون إحساسة في عظامهم

## المزيد من المعلومات انظر

- الصورة والمادة ص ٢٠٠
- المُلاحظات المُصغرة ص ٢٤٦
- صعظ الهواء ص ٢٥٠
- درجات الحرارة ص ٢٥١
- الرطوبة ص ٢٥٢
- السحب ص ٢٦٠
- ظواهر وتأثيرات غير عادية ص ٢٦٩
- التنبؤ بالأحوال الجوية ص ٢٧٠



## العُشب البحري

يُمكنك استخدام عُشب من عُشب البحر الأسمر (الكَلْب)  
نَجشها من الشاطئ، كقطع الكَلْب هذه، لتساعدك في  
مُراقبه تَغلب لطقس. هي الطقس الجاف تتحرر الرطوبة  
من عُشب الكَلْب تُصنع قصعة ضلبي وفي الطقس الرطب  
تُمتص القصعة رطوبة من الهواء فعدو مُنتفحة طرية مُحدداً غير أن  
تعبيرات عُشب البحر تُشير عن حب الطقس أن لا غما سيكون عليه الطقس  
في أيام مُقبة

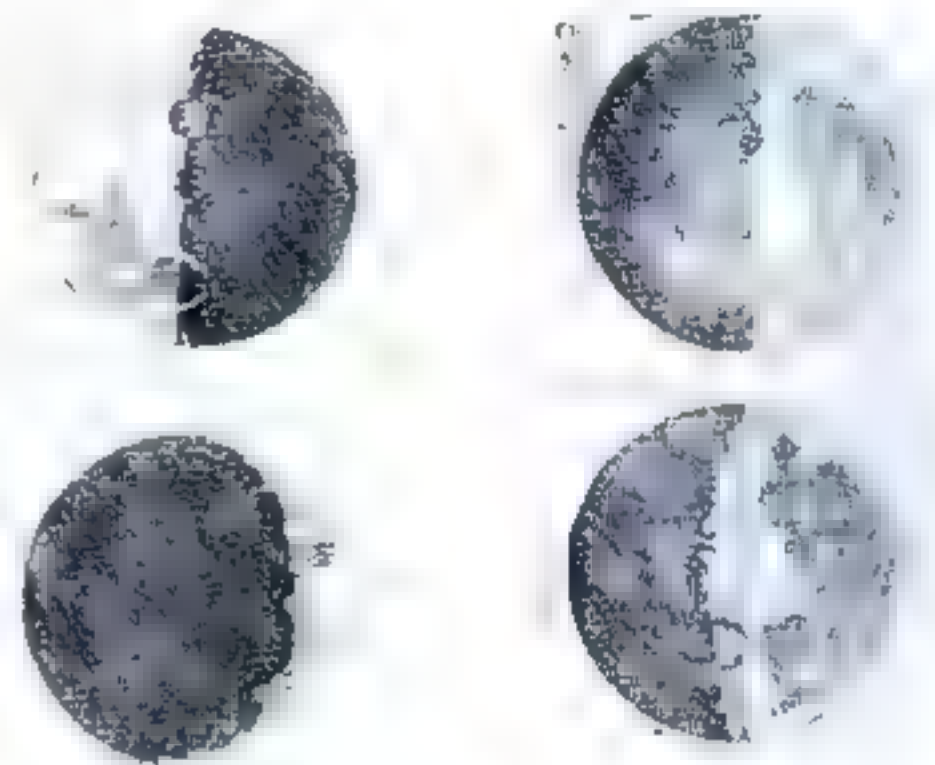


## الفَضَاء

عِنْدَمَا تَنْتَظِعُ نَحْوَ السَّمَاءِ فَأَنْتَ تَنْظُرُ إِلَى الْفَضَاءِ - حَيْثُ قَدْ تَرَى السُّحُومَ وَالْكَوَاكِبَ وَمَدَى شَاسِعًا  
مِنَ الْفَضَاءِ الْخَاوِي فِيهَا بَيْنَهُمَا . وَقَدْ حَاوَلَ النَّاسُ مَدُ الْقَدَمِ ادْرَاكِ مَوْقِعِ الْأَرْضِ فِي مَحَالِّهَا الْمُحَلِّي  
الْمَحْدُودِ مِنْ هَذَا الْفَضَاءِ وَمَعَ مَا هُوَ وَرَاءَهُ مِنَ الْكُتُوبِ الْإِلَهِيَّةِ الْمَحْدُودِ اسْتَعْدَمَتْ الْحَصَارَاتُ  
الْأُولَى تَحَرُّكَاتِ الْأَجْرَامِ السَّمَاوِيَّةِ أَسَاسًا لِنَقَاوِيمِهَا وَدَلِيلًا مُرْشِدًا لِلْمَلَاكِمِ السَّحَرِيَّةِ وَأَحْيَانًا  
لِاسْتِطْلَاعِ الْأَحْدَاثِ الْمُسْتَعْلِيَّةِ بِالنَّجْمِ . وَقَدْ حَاوَلَ الْفَلَاسِفُونَ الْأَوَّلُونَ تَعْلِيلَ تَحَرُّكَاتِ  
تِلْكَ الْأَجْرَامِ ؛ وَرَاحُوا مِنْذُ الْقَرْنِ الثَّامِنِ عَشَرَ يَبْحَثُونَ عَنْ مَا هِيَ بِهَا وَشَأْنُهَا .  
وَالْيَوْمَ تُنَاقَشُ لِلْفَلَاسِفِينَ تَفْصِيْلَاتُ مُطَوَّرَةٍ بِالْعِلْمِ الدَّقِيقِ وَالتَّعْقِيدِ لِمَتَابَعَةِ أبحاثِهِمْ  
فِي مَحَاوِلَةِ فَهْمِ أَسْرَارِ هَذَا الْكُتُوبِ الْمَسْحُورِ



في عام ١٦٩  
 دار عالم الكتب  
 ١٦٩٠  
 دار  
 دار  
 دار  
 دار



حسن وخلق عالين في معرفة الحق  
معرفة الحق

## القضاء الموحش

۱- در این کتاب، که در سال ۱۳۱۳ هجری قمری در تهران  
 چاپ شده است، به شرح حال و سوابق زندگی و خدمات  
 این بزرگوار پرداخته شده است.

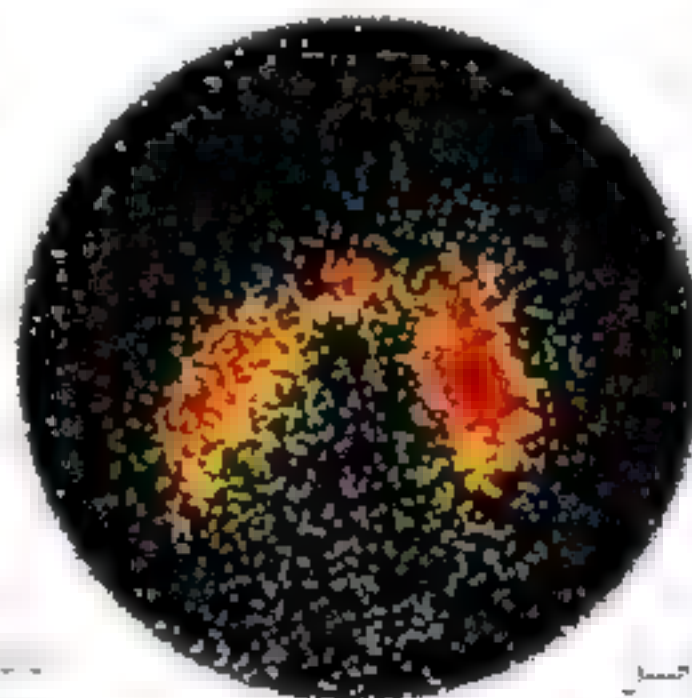
## المقارِب (التلْكَوِبَات)

[illegible]

مُتَعَدِّدٌ مُتَعَدِّدٌ  
مُتَعَدِّدٌ مُتَعَدِّدٌ

مُتَعَدِّدٌ مُتَعَدِّدٌ  
مُتَعَدِّدٌ مُتَعَدِّدٌ

ضوء المصباح

[illegible]

مُعَذَّاتٌ حَدِيثَةٌ

[illegible]



# الكَوْن

الكَوْن

محمود الخزرجي في الكون يُعَارَفُ  
١٠٠٠ مليون مجرة

الكَوْنُ هو كُلُّ شَيْءٍ يُمكنُ أَنْ تُفَكَّرَ فِيهِ وَأَكْثَرُ. فهو يَشْمَلُ جَمِيعَ الْمَجَرَّاتِ وَالنُّجُومِ والكواكبِ والأقمارِ والحيواناتِ والنباتاتِ والكُتُبِ، كَموسوعتكِ هذه، كما يَشْمَلُكَ أَنْتَ وَغَيْرُكَ مِنْ بَنِي الْبَشَرِ - وَيَشْمَلُ حَتَّى الْفَرَاغَ بَيْنَ هَذِهِ جَمِيعًا. لَقَدْ حَسِبَ الْأَقْدَمُونَ أَنَّ الْكَوْنَ يَضُمُّ فَقْطَ مَا يُشَاهِدُونَهُ بِأَعْيُنِهِمْ مِنَ الْأَرْضِ؛ وَكَانُوا يَعْتَبِرُونَ الْأَرْضَ مَرْكَزَ الْكَوْنِ وَأَهَمَّ جُزْءٍ فِيهِ. أَمَّا الْيَوْمَ، فَنَحْنُ نَعْلَمُ كَمْ هُوَ الْكَوْنُ شَاسِعٌ بِمَا يَقُوقُ التَّصَوُّرَ، وَأَنَّ الْأَرْضَ مَا هِيَ إِلَّا جُزْءٌ ضَخِيلٌ جِدًّا مِنْهُ. لَقَدْ تَطَوَّرَ مَفْهُومُنَا الْحَالِي لِلْكَوْنِ بِفَضْلِ عُلَمَاءِ الْفَلَكِ وَالْكَوْنِيَّاتِ فِي هَذَا الْقَرْنِ؛ فَالْفَلَكِيُّونَ يَدْرُسُونَ أَجْزَاءَ مُعَيَّنَةٍ مِنَ الْكَوْنِ - فِيمَا يَجْهَدُ الْكَوْنِيُّونَ لِيَعْرِفُوا أَسْلَ الْكَوْنِ وَنَشَأَتِهِ وَتَطَوُّرَاتِهِ.

## الكَوْنُ الْمُتَغَيِّرُ

كُلُّ شَيْءٍ فِي الْكَوْنِ يَتَغَيَّرُ عَلَى الْأَرْضِ، يَتَغَيَّرُ بَنُو الْبَشَرِ بِقَدْرِ انْقِصَاءِ أَجَالِهِمْ، وَكَذَلِكَ السَّائِثَاتُ وَالْكَائِنَاتُ الْآخَرَى وَالنُّجُومُ فِي الْفَضَاءِ أَيْضًا لَهَا أَجَالُهَا، وَهِيَ دَائِمَةٌ التَّغَيُّرِ حَتَّى الْكَوْنُ كَمَحْمُوعٍ لَا يَبْقَى عَلَى حَالِهِ، فَهُوَ أَيْضًا لَهُ أَجَلُهُ الْخَاصُّ. فَهِيَ تَطْلُعُ هَذَا الْقَرْنِ، اكْتَشَفَ الْفَلَكِيُّونَ أَنَّ جَمِيعَ الْمَجَرَّاتِ (مَجْمُوعَاتٍ عَظِيمَةٍ مِنَ النُّجُومِ) يَتْبَاعِدُ عَنْ بَعْضِهَا بِسُرْعَةٍ، وَأَنَّ الْكَوْنَ يَتَمَدَّدُ بِاسْتِمْرَارٍ.

## السَّنَةُ الضَّوِّيَّةُ

الْمَسَافَاتُ فِي الْكَوْنِ شَاسِعَةٌ جِدًّا سَبَبُ تَقَاسُفِهَا بِسَبَبِ الضَّوْيَةِ. وَالسَّنَةُ الضَّوِّيَّةُ هِيَ الْمَسَافَةُ الَّتِي يَقْطَعُهَا الضَّوْءُ فِي سَنَةٍ. وَلَمَّا كَانَتْ سُرْعَةُ الضَّوْءِ تَسَوِي ٣٠٠.٠٠٠ كم في الثَّانِيَةِ، فَإِنَّ هَذِهِ الْمَسَافَةَ تَبْلُغُ ٩٤٦٠.٠٠٠ مِيلُونَ



يُؤَنَّفُ الْبَشَرُ جُزْءًا ضَخِيلًا مِنَ الْكَوْنِ

## الانزياح نحو الأحمر

يَسْرِي الضَّوْءُ أَمْوًا عَالِمُوهَ الضَّوْيَةِ الْمُنْضَبِجَةُ الْمَرْبُوعَةُ رَقْدًا، بِيَسَا أَسْمَنْتُهُ الْمُسْتَقْلِ حَفْرًا - وَفِي مَا بَيْنَهُمَا بَاقِي الْوَالِي الطَّيْفِ الْآخَرَى. إِنَّ أَمْوَاجَ الضَّوْءِ مِنْ مَجَرَّةٍ، تَتَحَرَّكُ بَعِيدًا عَنَّا، تَمْتَدُّ نَحْوَ الطَّرْفِ الْأَحْمَرِ لِلطَّيْفِ فِيمَا يُسَمَّى الْإِنْزِيَاخَ نَحْوَ الْأَحْمَرِ، وَيَرْدَادُهُ الْإِنْزِيَاخَ بِأَرْبَابِ سُرْعَةِ الْمَجَرَّةِ. وَنَعْلَمُ الْفَلَكِيُّونَ، نَبْعًا لِقَادُونَ هَبْلَ، أَنَّ الْمَجَرَّاتِ الْأَعْدَى تَتَحَرَّكُ بَعِيدًا سُرْعَةً أَكْثَرَ مِنَ الْمَجَرَّاتِ الْأَقْرَبِ، وَهَكَذَا يَبْدُو، سَبَبُ الْإِنْزِيَاخِ نَحْوَ الْأَحْمَرِ، نَعْلَمُ الْمَجَرَّةَ مَوْضِعَ الدَّرْسِ عَنِ الْأَرْضِ

النَّظَامُ الشَّمْسِيُّ  
الْأَرْضُ أَحَدُ بَسْعَةِ كَوَاكِبِ  
تَدُورُ حَوْلَ نَجْمٍ هُوَ الشَّمْسُ.  
يَعِيشُ الْبَشَرُ عَلَى كَوْكَبٍ  
هُوَ الْأَرْضُ.

سُرْعَةُ الضَّوْءِ هِيَ السَّرْعَةُ الْقِيَاسِيَّةُ الْفُضُيَّةُ فِي الْكَوْنِ، سَبَبُ أَنَّ لَا شَيْءَ أَسْرَعَ مِنَ الضَّوْءِ وَمَعَ ذَلِكَ، فَإِنَّ ضَوْءَ الْقَرَبِ نَجْمٍ إِلَيْنَا (عِنْدَ الشَّمْسِ) يَسْتَقْرِئُ ٤.٣ سَنَةً لِيَصِلَ إِلَى الْأَرْضِ، أَيْ إِنَّ بُعْدَهُ يَبْلُغُ ٤.٣ سَنَةً ضَوْوِيَّةً - فَنَحْنُ نَرَاهُ حَالِيًا كَمَا كَانَ هُوَ مِنْذُ ٤.٣ سَنَةٍ.

الضَّوْءُ الْبَرَقَالِي الْمَحْمَرُّ الْمُنْتَعِشُ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ يُبَيِّنُ أَنَّهَا تَتَحَرَّكُ بَعِيدًا عَنَّا.

الضَّوْءُ الْمُنْتَعِشُ مِنْ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ مُنْزَاخٌ أَكْثَرُ نَحْوَ الطَّرْفِ الْأَحْمَرِ لِلطَّيْفِ. وَهَذَا يُبَيِّنُ أَنَّ سُرْعَةَ هَذِهِ الْمَجَرَّةِ أَكْثَرُ وَأَنَّهَا تَتَقَدَّمُ مِنَ الْمَجَرَّةِ أَعْلَى.

## قَتْنَا مِنَ الْمَجَرَّاتِ

تَوْجَدُ مَجَرَّةٌ دُرُوبَ الثَّلَاثَةِ صَمْنِ قَتْنَا (عَقُودٍ) مِنَ الْمَجَرَّاتِ يَضُمُّ حَوْلَ ٣٠ مَجَرَّةٍ. إِنَّ تَجَمُّعَاتِ كِهَذِهِ تُصَنَّفُ جَمْعًا كَقَنَاةٍ مَجَرَّةٍ عَظِيمَةٍ

## إِدْوِينْ هَبْل

فِي عَامِ ١٩٢٤، بَنَى الْفَلَكِيُّ الْأَمْرِيكِيُّ، إِدْوِينْ هَبْل (١٨٨٩-١٩٥٣)، أَنَّ السُّدْمَ (زُقْعًا صَوْتِيَّةً ضَخِيمَةً فِي الْفَضَاءِ) هِيَ مَجَرَّةٌ بَعِيدَةٌ وَفِي عَامِ ١٩٢٩، وَجَدَ أَنَّ السَّرْعَةَ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِهَا مَجَرَّةٌ مَا، بَعِيدًا عَنِ الْأَرْضِ، تَعْتَمِدُ عَلَى بُعْدِهَا عَنِ الْأَرْضِ. فَإِذَا كَانَ بُعْدُ مَجَرَّةٍ حِمْسَةَ أَصْعَافٍ تُعَدُّ أُخْرَى، فَإِنَّهَا تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ تَسَوِي حِمْسَةَ أَصْعَافِ سُرْعَةِ الْآخَرَى. وَهَذَا هُوَ قَانُونُ هَبْل.



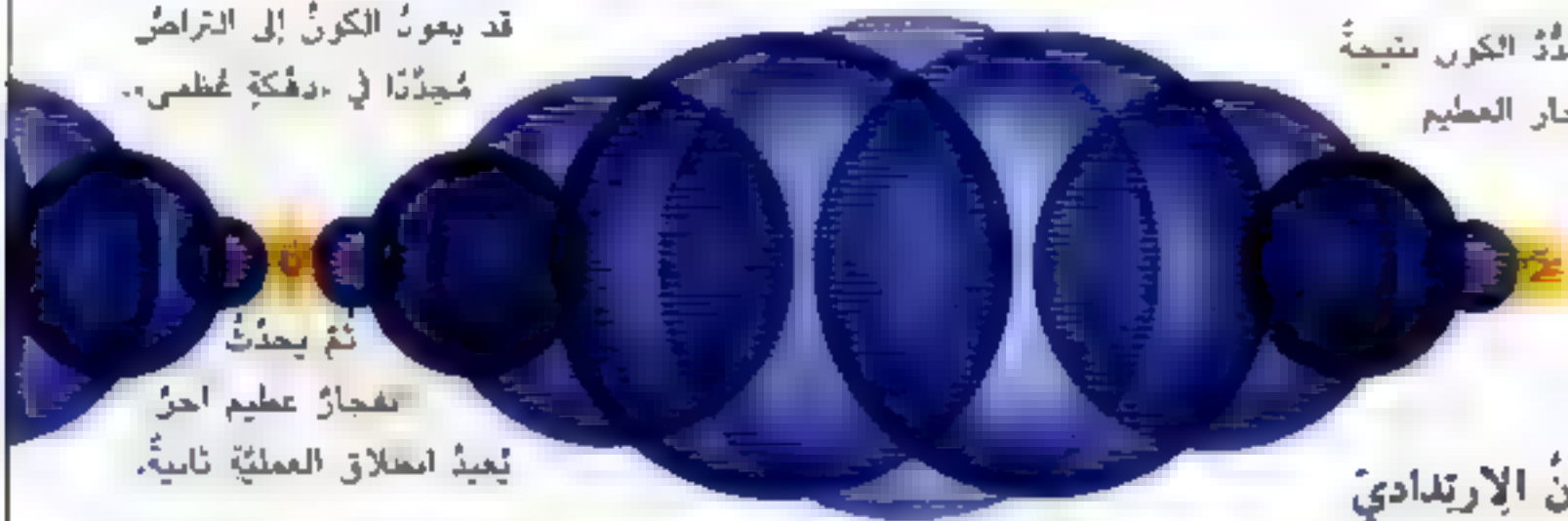
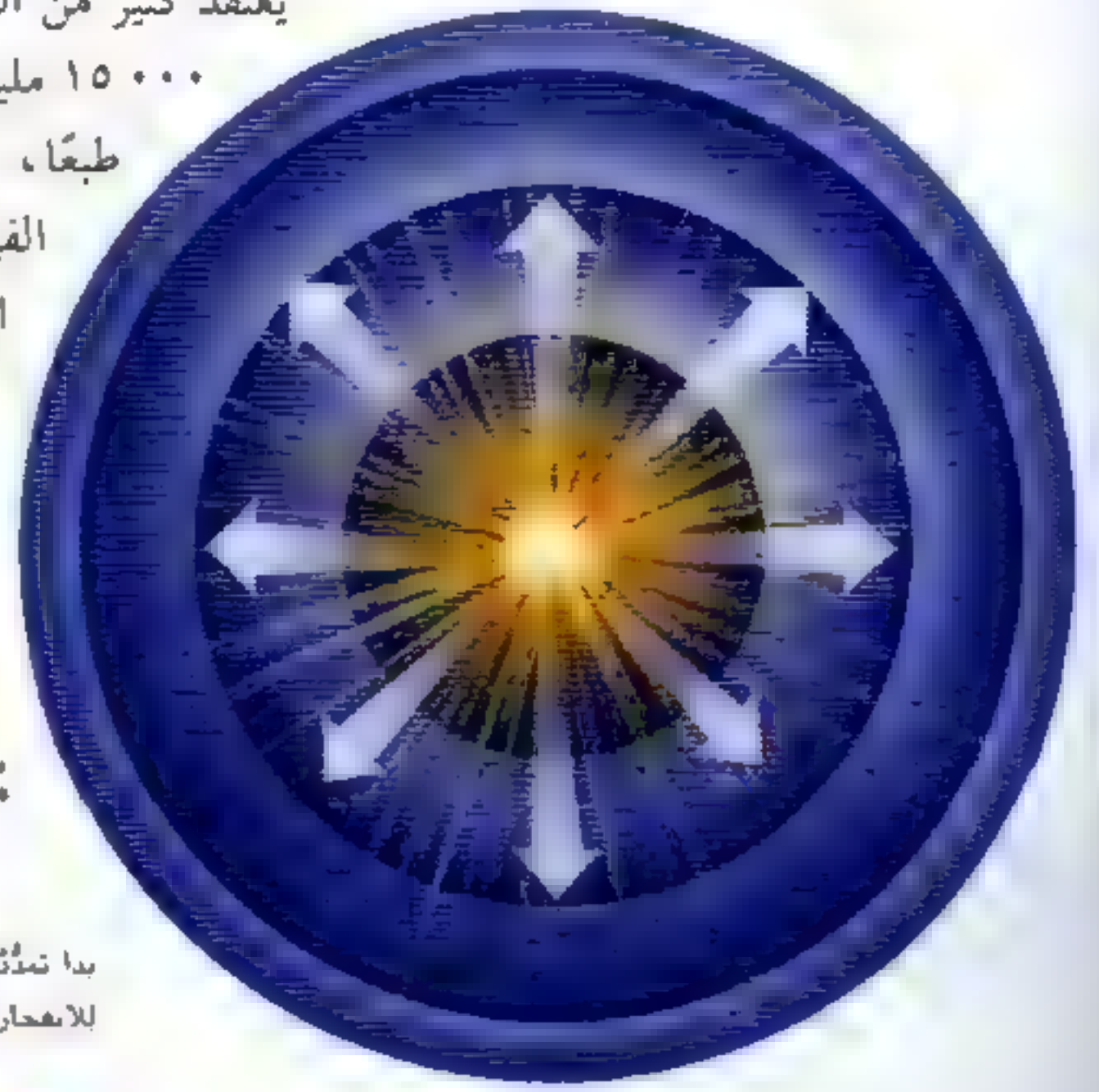
## لَرِيدُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ أَنْطَرُ

قِيَاسُ لَصُوتٍ ص ١٨٠  
لِضَوْءٍ ص ١٩٠  
أَضْلَلُ لَكَوْنٍ ص ٢٧٥  
الْمَجَرَّاتِ ص ٢٧٦  
النُّجُومِ ص ٢٧٨  
الْبَصْمُ الشَّمْسِيُّ ص ٢٨٣  
عَلَّمَ الْعِلْمُ ص ٢٩٦



# أصل الكون

يُعتقد كثير من العلماء أن الكون نشأ عن انفجار هائل هو الانفجار العظيم، منذ ١٥٠٠٠ مليون سنة، تولدت فيه كل أشكال المادة والطاقة - كما الفضاء والزمن. طبعاً، لم يكن هناك أحد ليروي ما حدث، ولكن الاكتشافات الفدّة في علمي الفيزياء والفلك مكّنت العلماء من اقتفاء تاريخ الكون حتى جزء الثانية الأول من نشأته. وهم يعتقدون أن مادة الكون قبل الانفجار كانت هيولى مطلقّة متراصة في حجم ضئيل، وأنها في تمدّد مستمرّ مُندثذ. وقد وُضعت نظريّة الانفجار العظيم عام ١٩٣٣، ثمّ قُدّمت نظريّة أخرى عام ١٩٤٨، تُعرف بنظريّة الحالة المُستقرّة، مفادها أن تخلّق المادة الجديدة مُستمرّة؛ وهكذا فإن الكون، ككلّ، لن يتغيّر! لكنّ هذه النظرية لا يُعتدّ بها الآن. وقد بدأ العلماء مؤخّراً يتدارسون مُستقبل الكون وما الذي يُنتظره تالياً.



## الانفجار العظيم

مدّ حوالي ١٥٠٠٠ مليون سنة كان الكون ضئيل الحجم جدّاً وحارّاً جدّاً؛ وبالانفجار العظيم بدأت عملية التمدّد والتغير، وما زالت مُستمرّة حتى اليوم. فخلال دقائق من حدوث الانفجار أحدثت الجسيمات، الذرّيّة بالثلاث مُكوّنة عاري الهليوم والهيدروجين اللذين، على مرّ ملايين السنين، أنتجا النُجُرات والسُحُوم والكون كما نعرفه اليوم.

## الكون الارتدادي

ما هو مُستقبل الكون؟ للعلماء نظريّات مُتبدّية حول هذا الموضوع. بعضهم، من أصحاب نظريّة الكون الممّوج، يرون أن لا نهاية مُحدّدة للكون؛ لكنّه سيتناقص تدريجيّاً قبل أن يتوقّف؛ فيما يروني أصحاب نظريّة الكون المُغلّق أن الكون سيتوقّف عن التمدّد وبدأ بالتقّص والثلّام حتى يُصبح مُترصّاً جدّاً أو حارّاً جدّاً.

بدأت أشكال الحياة الأولى بالظهور على الأرض حوالي ١٢٠٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

عاشت الثدييوسورات منذ ١٩٠ مليون سنة وظهر الحُصن المُشريّ منذ قرابة مليوني سنة وهو جُزء ضئيل من عُمر الكون الرُمن الحاضر - حوالي ١٥٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.



سائل سِرّ الخلفيّة الكونيّة (كوبي) يستعصي إشعاعات الكون الأولى. وقد كشف عام ١٩٩٢، تعاوناً في هذه الإشعاعات - بما يُؤيّد نظريّة الانفجار العظيم.

## إشعاعات الخلفيّة

منذ الأربعينيّات من هذا القرن، أخذ العلماء يتقصّون حال الكون في بدايات نشأته. وكانوا مُدركين لحقيقة أنّه كان حارّاً بالإشعاعات وأنّ تلك الإشعاعات لا بُدّ قد برّدت مع تامي الكون وبرودته - حتى إنّ الفلكيّ الأمريكيّ، جورج جاماوه، قدّر درجة الحرارة التي يجب أن تكون عليها الآن. وفي عام ١٩٦٥، كشف لعالمان الأمريكيّان، آرتو بترياس وروبرت ويلسون عن تواجد مثل هذه الإشعاعات (المُسمّاة إشعاعات خلفيّة) فعلاً، فكان في ذلك بُرهان يُدعّم نظريّة الانفجار العظيم.

## خُلوذ الأزمنة

نشأ الكون مُتجاسس الأخزاء تقريباً لكنّ مع عملية التمدّد أحدثت المادة تلامّ كتلاً بداخله؛ وساعدت الجاذبيّة في تجمّع المزيد منها تاركة مناطق من الفضاء الخاوي بينها. وفي نهاية المطاف، أسجّت مناطق تجمّع المادة السُحُوم والمجرات.



ولدت الشَّمْسُ بعد ١٠٠٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم وبشّات الأرض والكواكب من الانقاص المُحيطة.

أحدثت مجرّتنا، دُرْب الثّناية، شكلها القرصيّ بعد ٥٠٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم.

بشّات الكوازارات (أسلاف المجرّات) ما بين ٢٠٠٠ و ٣٠٠٠ مليون سنة بعد الانفجار العظيم.

بدأ تلامّ المادّة تحتلّ ١٠٠ مليون سنة من الانفجار العظيم.

لمزيد من المعلومات انظر
لِسْةُ لُذْرِيّة ص ٢٤
لجبيذ والمناخ ص ٢٢٨
الكون ص ٢٧٤
المجرات ص ٢٧٦
السُحُوم ص ٢٧٨
السّوَابِل (الأقمار الصناعيّة) ص ٣٠١

نشأة الكون الانفجار العظيم

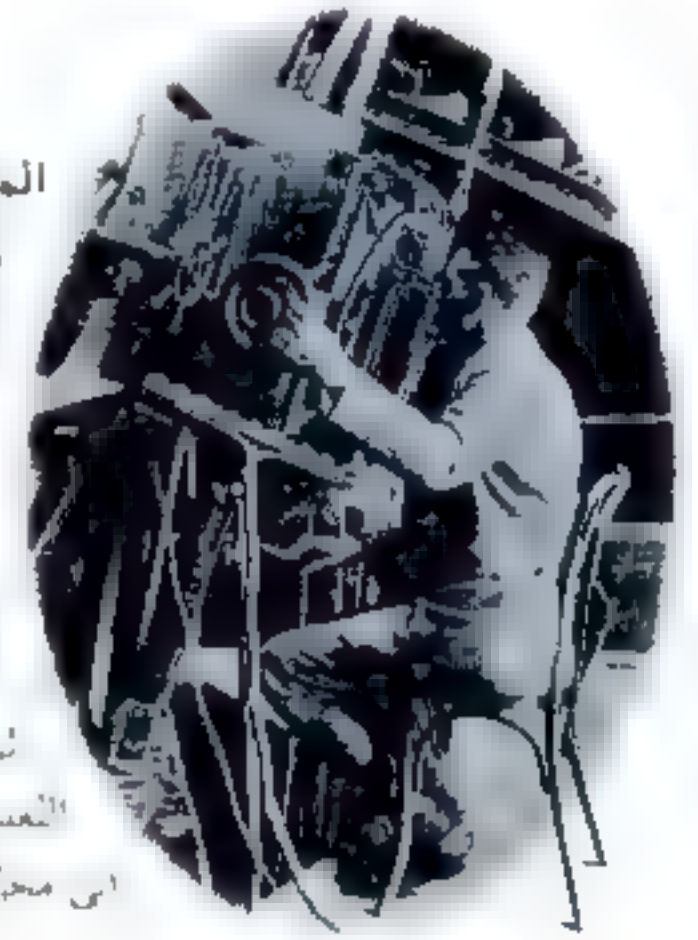


# المَجَرَّات

تتواجد النجوم في مجموعات تسمى مجرات. وقد نشأت هذه المجموعات النهائية كسدم ضخمة من الغاز مباشرة بعد نشأة الكون. وعملت الجاذبية لاحقاً على تكثف الغاز في نجوم منفصلة والمجرات شائعة جداً بحيث إن الضوء من نجم في جانب من مجرة يستغرق مئات الآلاف السنين ليبلغ الجانب الآخر منها. وتكتسب المجرة شكلها المميز تبعاً لمسار ترتيب النجوم في داخلها. فالشمس تقع في مجرة حلزونية الشكل تدعى درب التبانة. وقد ظل الفلكيون حتى بدايات هذا القرن يعتقدون أن درب التبانة هي المجرة الوحيدة في الكون؛ لكننا نعلم اليوم أنها في الواقع إحدى ١٠٠.٠٠٠ مليون مجرة فيه.

## المجرات الأخرى

أنت هنا في أمريكا،  
دوبل هيل، عام  
١٩٢٤. وأخيراً  
مجرة أخرى حين  
نزلت بحوض في  
ساحة المرأة المسلسلة  
(أدعى لاحقاً مجرة  
المرءة المسلسلة) هي من  
العديد من المجرات البعيدة  
التي مجرة درب التبانة



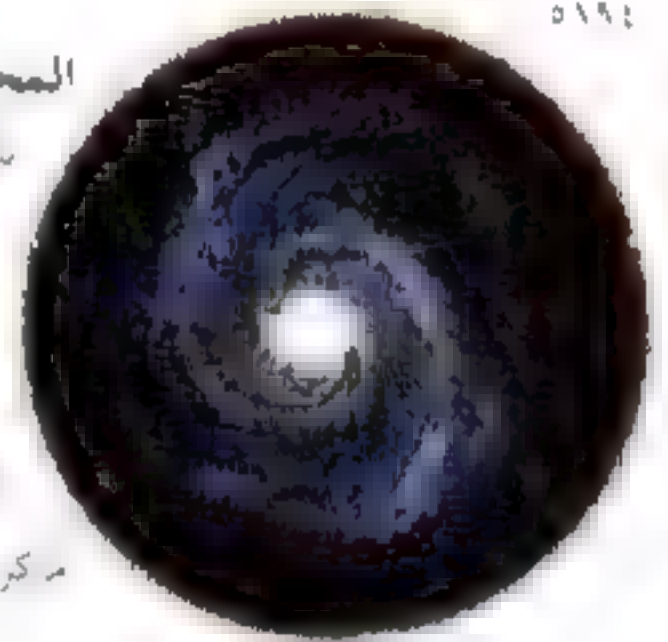
## عوالم بعيدة

منذ بدايات القرن العشرين، رصد الفلكيون وحذوهم عدداً كبيراً من النجوم البعيدة بخاصة في السماء سموا سديم. وكان عدداً منها قد شوهد منذ عهده قرون. واعتقد بعضهم أنها مجرات شخب سديمية من نوع في درب التبانة، في حين ارتأى آخرون أنها قد تكون مجرات بعيدة. وبفضل هذا ما ستر فيما بعد، وقد درس الفلكيون الأمريكي، إدوين هابل، سديم المجرات وصنفها حسب شكلها إلى أربعة صنف رئيسي: بيضاوي، حلزوني، كروي (درب التبانة)، ونووية عميقة. واهلكتو، وغير منتظمة

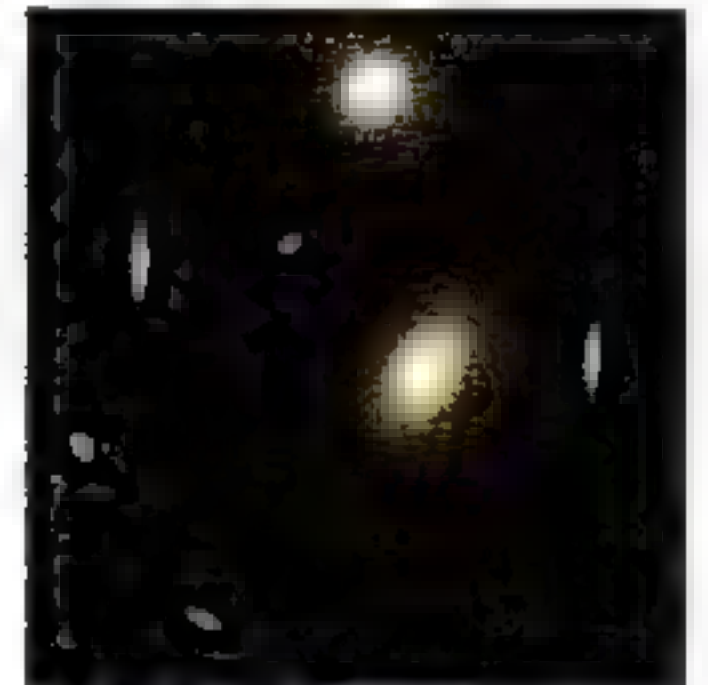
مجرة حلزونية  
٥١٩١

## المجرات الحلزونية

تتألف المجرات الحلزونية من نجوم في حلزونية وهي فرصة الشكل ذات ذراع حلزونية. وفي المجرات النووية العميقة، يتركز النجوم في مركز المجرة



جزء من حشد مجرات الشبكية قرب  
مركز مجرتي رئيسي لمجموعةنا المحلية



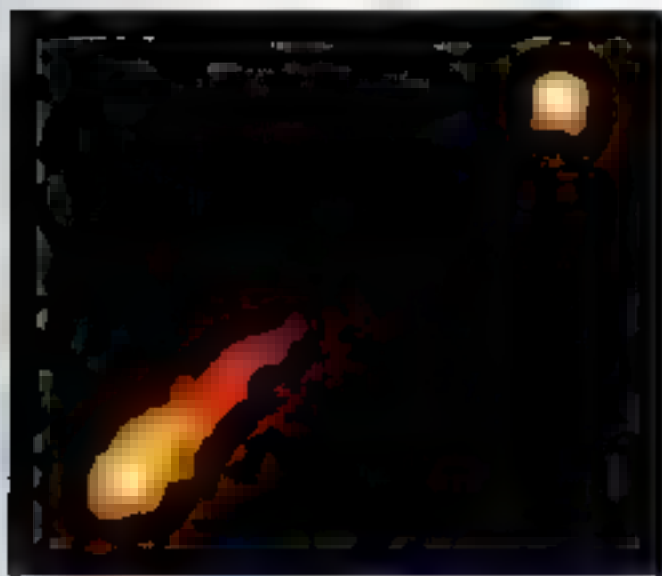
## الأقناء المجرية

تتبع المجرات في الفضاء معاً، فبعضها غير كروي في حدود (أو مجموعات) فوهة. فمجرة درب التبانة مثلاً تقع ضمن حشد قوسى يصعب حوى ٣١ مجرة تدعى بمجموعة المحلية. وبعد ذلك فوهة أخرى من آلاف المجرات، أو قد يحشد جماعات في حيز عظمى



صورة بالراديو  
لنكوازار ٣ سي ٢٧٢  
وقد لُحِظَ أنَّ قلبه (نوى)

إلى اليسار) ورثله (تحت إلى اليمين،  
مصدران قويان لانبعاث الأمواج الراديوية.

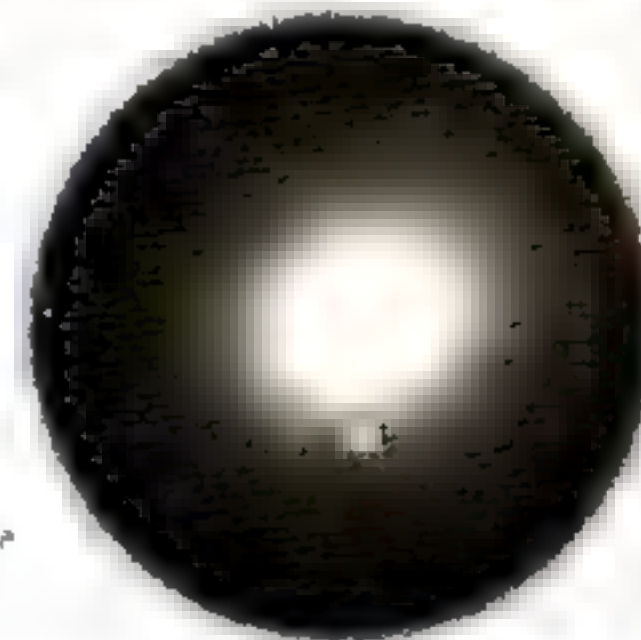


## النكوازارات (الكوازار)

عام ١٩٦٣، اكتشفت فوهة جديدة من لأحرم نسي لنكوازارات. وهي أجسام شديدة الساطعة جداً، تسمى شديدة عند سرعة هائلة ولا يزال الكثير من أسرارها غامضاً، والمعتمد حاث أنها فوهات مجرات فوهة حث



م. مجرة فليبي فطرها  
٥ سم صوتية



## المجرات غير المنتظمة

مجرات غير المنتظمة هي التي لم تحدد شكلها نهائياً وهي عادة حث في الكون

م. مجرة  
ع. منتظمة







# النُّجُوم

كُلُّ نجم من النُّجُوم التي تَراها في سَماء الليل هو في الحَقِيقَةِ كُرَّةٌ هائلةٌ مُدَوِّمةٌ من الغاز المُضَيءِ الشَّدِيدِ الحَرارة. وتَتماسُكُ غازاتُ النجم بِفِعلِ الجاذبيَّةِ، كما إنَّ مصدرَ طَاقةِ النُّجُوم هو «استِيعارُ» تلكَ الغازات في تفاعلٍ لا يُشَبَّهُ استِيعارَ الفُحْم بل هو تفاعلٌ أشَدُّ قَاعدِيَّةً وكَمايَةً يُعرَفُ بِالاندِماجِ النَوَوِيِّ. إنَّ كَمِيَّةَ الغاز التي يتألَّفُ النجمُ منها مُهِمَّةٌ جَدًّا، إذ إنَّها تُحدِّدُ جاذبيَّته ودرجَةَ حرارته وضَغطه وكثافته وحجمه. وتتَواجَدُ النُّجُومُ في مَحَرَّاتٍ تحوي الواحدةُ منها آلافَ ملايينِ النُّجُوم من أصنافٍ مُختلِفة. ولم يَبدأ الفلكيُّون في تَقْهِمِ طَبيعةِ النُّجُوم حَقًّا إلا خِلالَ هذا القُرْنِ؛ وكانَ أَهْماهُم قَبْلًا مُنْصَبًّا على مَواقِعِها.

## أطياف النُّجُوم

يُستخدَمُ المِكتُوبُ مُعدَّابٌ خاصَّةٌ تُعَمِّعُ صَوءَ النُّجُوم ثُمَّ تُعَرِّفُه إلى طَيفٍ ويتَصرَّفُ طَيفُ النجم حُطوطَ مُطبَّعة، تُدعى حُطوطَ لامِصاص، تُبيِّنُ العِناصرَ المُتَواجِدة في ذلكَ النُّجم. ولَمَدَ صُنِّفَتِ المِكتِبةُ الأَمَريكيَّةُ، التي جَنَّبَ كُنُونُ وآخرون، أَطيافَ آلافِ النُّجُوم في أنماطٍ مُحتَمِةٍ رَقَمُوا كُلَّ نمطٍ منها بِحَرفٍ العِبادِيَّةِ، ثُمَّ أُعيدَ رَسمُها بِحسبِ درجَةِ لِحَرارةِ السُّطحِ فيها، والأَسماءُ لِرَتبِئَةٍ من الأَشْخَنَ فالأَبْزَدُ هي «O»، بي «B»، إي «A»، إف «F»، جي «G»، كي «K» و إم «M»

الفُحُوتُ، أو حُطوطُ اللامِصاص، في الطَيفِ تُبيِّنُ أنماطَ البُصُوءِ التي امتَصَّها النجمُ، وهذا يُحدِّدُ أنواعَ العِناصرِ التي يتألَّفُ منها النجمُ.

يتَحرَّكُ النُّجُومُ القَريبُ على خَلْفِيَّةٍ من النُّجُومِ البَعيدةِ كَثيرًا، وكُلُّ ما تَحرَّكُه كانَ بِالصَّورَةِ، اقربَ إلى الأرضِ



تَندو نُجُومُ الحَلَقِيَّةِ مُستَقَرَّةٌ سَواءٌ تُعَبدُ البَناظرُ عن الأرضِ سِجَمٌ قَريبٌ

## اختلاف المَنَظَرِ

صَنَعَ إصعقتُ أَمَامَكَ، وانفَرَّ إليها أَوَّلًا بِعَينِكَ الشَّريِّ فَقَطْ، ثُمَّ بَعتِ الشَّمْسُ فَقَطْ، فَسَحَدُ أَنْ إصعقتُ ابراحتَ من مَوقِعِها بِأَسْفِهِ لِنَحَلَتِ رَواءَها وَبَرَدُ هذا لا يُرِيحُ كُلَّما كَنتَ الإصعِقُ أَقربَ إِيكَ. وَهَكَذا يَتَحدُّ الأَربَاحُ قِياسًا نَوعِيًّا لِلِمَساسِفَةِ بَينِ الإصعِقِ وَابَعتِ هَذهِ الظَّاهِرَةُ، المُعروفَةُ بِاِختِلافِ المَنَظَرِ، يُمكنُ اسْتِخدامِها على نَطاقِ أَعْظَمَ كَثيرًا لِاحْتِسابِ أبعادِ النُّجُومِ القَريبةِ وَحيثُ إنَّ الأرضَ تَدورُ في مَدارِها حَولَ الشَّمْسِ، فَمَسَدو النُّجُومِ وَكَذا تَتحَرَّكُ بُنْطُءً على حَافِيَةٍ من سَُجُومِ الأَبعادِ كَثيرًا وَبِقَدَسِ رَأيِهِ اِختِلافِ المَنَظَرِ الحاصِلَةِ يُمكنُ تَقْدِيرُ المَساسِفَةِ بَينِ النجمِ وَالأرضِ

سُجُومُ اِحصاءِ دَراسَةِ الطَيفِ، كالمِطِيفِ مِثْلًا، مَوسُورَاتِ تُعَرِّقُ صَوءَ النُّجُومِ إلى طَيفٍ يُمكنُ تَحليلِهِ



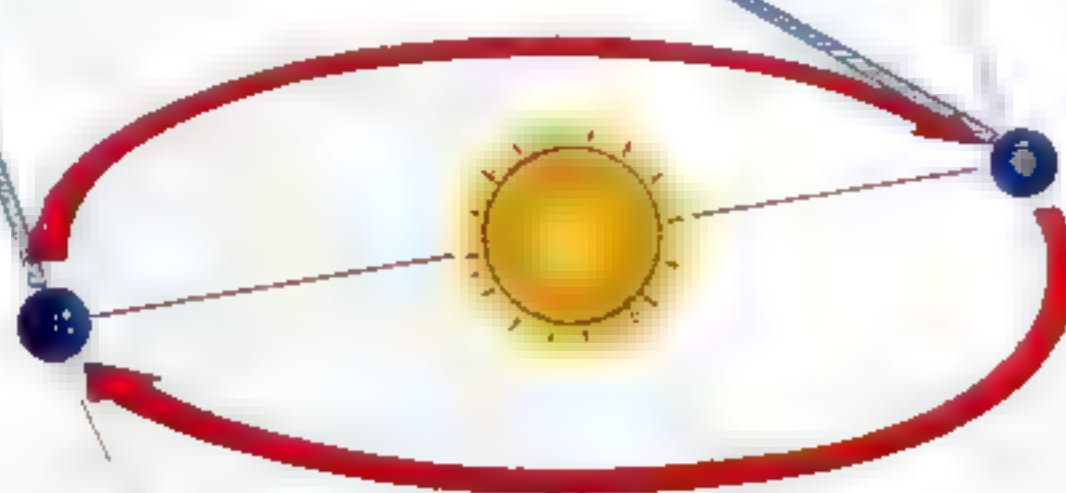
فَلَمَّا النُّجُومُ حَيتُ نَحْري اِلتِخالِفاتِ السُّورَةِ

## داخِلُ النُّجُومِ

مُعْظَمُ النُّجُومِ، كالشَّمْسِ، تتألَّفُ بِكَمَلِها تَقرِبَ من عَاريِنَ مُما الهِذروحينِ والهِليُومِ، بِالإِضافة إلى كَمِياتٍ ضَئيلةٍ جَدًّا من عِناصرٍ أُخرى وَيَصعُبُ العَازانَ بِشِدَّةٍ هائلةً في قَلْبِ النُّجُومِ (مَركِزِهِ) الَّذي يُصْخِرُ كَثيرًا حَداً وَحَداً حَداً - حَيتُ سَجَري في عَاطِلاتِ الاندِماجِ النَوَوِيِّ مُشَدَّدَاتِ الهِذروحينِ تُنْجِزُ الهِليُومَ. فِما تُنْجِزُ طَاقةً هائلةً بِمَقْدَرِ اِنتِقالِهِ وَتُسلِلُ هَذهِ الطَاقةَ من القَلْبِ إلى سَطحِ النُّجُومِ حَيتُ تَطلُوقُ صَوءًا وَحرارةً.

الطَاقةُ المُنتَجةُ من القَلْبِ تَنتَقِلُ عَنَ المَجمِ بِالْحِطْلِ وَالإِشْعااعِ

يُؤخَذُ قِياسُ مَوقِعِ النُّجُومِ عَندَما تَكونُ الأرضُ هَنا



يُؤخَذُ قِياسُ لَحْزٍ لَمَوقِعِ النُّجُومِ عَندَما تَكونُ الأرضُ هَنا.

الشَّمْسُ

تَزدادُ درجَةُ حرارةِ النُّجُومِ وَكثافتُهُ في أَتَجاهِ مُرَكِزِهِ.

تَنتَشِدُ الجاذبيَّةُ الغازاتِ إلى الدَاخلِ، فِما يَدفُقُها البُصُوءُ وَالضَغطُ إلى الخَارجِ

النجمُ بِكَمَلِهِ يتألَّفُ من عِدارَتِ



تُنتَنتُ الطَاقةُ عَنَ سَطحِ النجمِ صَوءًا وَحرارةً

## سِيبِلِيَا بِائِنَ جَابوشِكِن

في القُرْنِ التاسعِ عَشرِ، بَينَ عَليكَ الأَينكليزيِّ، وَليَمَ هَيجِنرُ، أَنَّ السُّجُومَ تتألَّفُ من لَمَاصِرِ بَعضِها التي تتألَّفُ مِنها الأرضُ لَكِزُ في لَعَشرِيَّاتِ من القُرُونِ العَشرِيينَ بِرَهبِ اِمِلكِةِ لَريطانيَّةِ، سِيبِلِيَا بِائِنَ جَابوشِكِن (١٩٧٩ - ١٩٠٠).

أَنَّ السُّجُومَ تتألَّفُ في مُعْظَمِها من الهِذروحينِ. كما اِكتَشفَتُ أيضًا أَنَّ تَركِيبَ مُعْظَمِ النُّجُومِ مُتَماثلٌ. وَكانتَ هَذهِ اِكتِشافاتِ عَظِيمةٌ جَعلَناها رائِدةً في مَجالِ الفِيزياءِ المِلكِةِ النَجمِيَّةِ (عِلْمُ وَدَراسَةِ العَمَليَّاتِ الطَبيعيَّةِ وَالكِماوِةِ في السُّجُومِ).





## نجوم المتوالية الرئيسية



النجوم في أعلى المتوالية الرئيسية كتلة الواحد منها أكثر من كتلة الشمس ٦٠ مرة. أما تلك التي في أسفلها فكتلة النجم منها ١ من كتلة الشمس فقط.

هذا النجم الأصغر المرصود هو من النمط بي «B» حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ٢٠٠٠٠ ك°

النجوم البيضاء هي من النمط اي «A» حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ١٠٠٠٠ ك°

### فتوة علبية المجوهرات

يبدو معظم النجوم كنقاط نيرة فضة في سماء الأرض، لكن بمكنا رؤية اللون الحقيقي لبعض النجوم، هذه المجموعة المتألقة المتعددة الألوان تسمى فتوة علبية المجوهرات

هذا النجم الأبيض

المضفر هو من النمط إف، حيث درجة الحرارة حوالي ٧٥٠٠ ك°

هذا النجم الأصفر يشبه

شمسنا - وهو نجم من النمط جي، وتبلغ درجة حرارته حوالي ٦٠٠٠ ك°

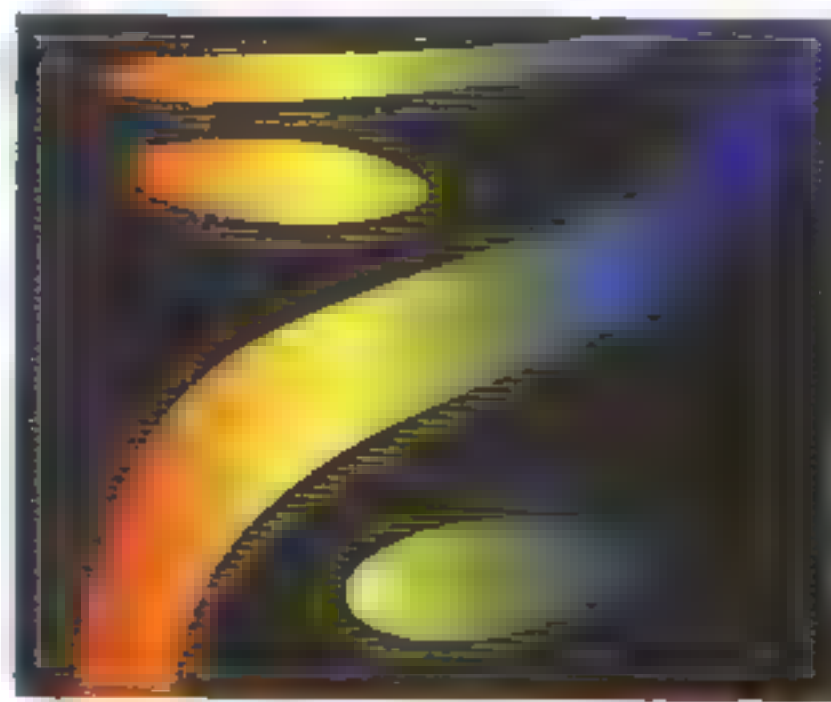
هذا النجم البرتقالي

من النمط كي، وتبلغ درجة حرارته ٤٧٠٠ ك°

نجوم ساطعة

مقدار النجوم المطلق

نجوم خافتة



نجوم زرقاء حارة درجة حرارة السطح نجوم خافتة باردة  
الحط السباتي يدعى مخطط هيرسبرنج - راسل، يشبه الى العكس، النجم  
المرمر هيرسبرنج الدامركي، وهنري مورس راسل الامركي، الذين  
وصفا عام ١٩١٣

العمالقة الزرقاء نجوم ساطعة جدًا وحارة جدًا، وهي من النمط أو «O» حيث تبلغ درجة الحرارة حوالي ٣٥٠٠٠ ك°

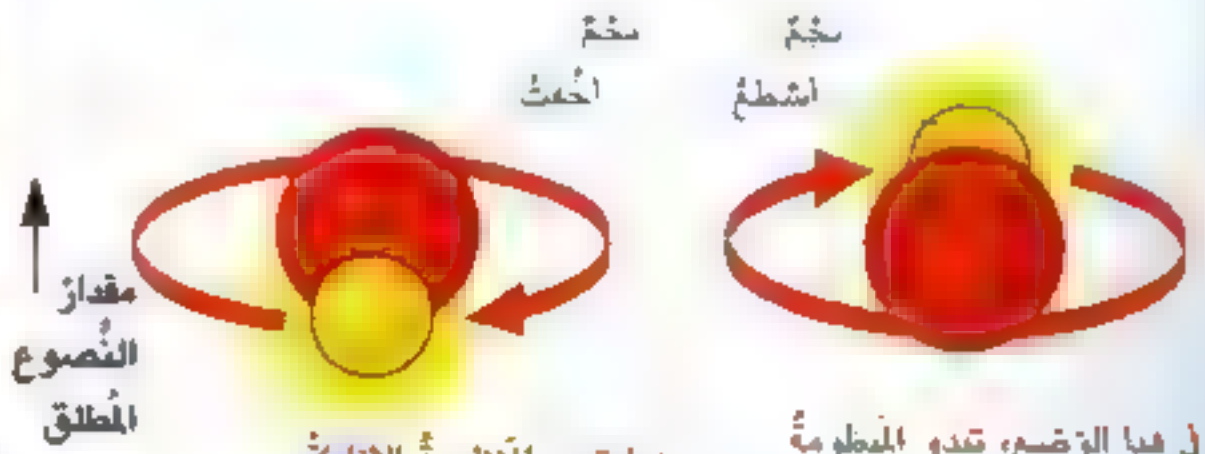
الانماط الطبيعية النجمية أو، بي، إي، إف، جي، كي، إم (فيما سمي لاحقًا تصنيف هارزفورد) ذات علاقة بلون النجم ودرجة حرارته. فالنجوم ذات النمط أو زرقاء حارة، والمجموع ذات نمط إم حمراء وأخضر حارة

## نجوم المتوالية الرئيسية

يؤثر النجم يعطي فكرة عن درجة حرارته سطحيته، فالنجوم الزرقاء حارة والنجوم الحمراء باردة. وإذا ما رسم خط بياني لدرجات الحرارة في مقياس النجوم المطلق للنجم، فإن معظم النجوم تقع داخل نطاق ضيق يسمى المتوالية الرئيسية. أي إنه كلما ازدادت حرارة نجم ازداد ضوءه. إن جميع النجوم في سبوعه الرئيسية هي في فترة مستقرة من حياتها - أي إن إشعاعها مقلد مستمر لأن تفاعلات الاندماج الهيدروجين في قلبها مستمرة. لكن عندما يستنفذ الوقود الهيدروجيني فإن النجم يبعد المتوالية الرئيسية ويلاحظ أن النجوم الأعظم كتلة تغادر المتوالية بسرعة أزيد من الأقل كتلة



الرسم هذا المخطط يبين تغير ضوء نجم قيفاوي مع الزمن



في هذا الوضع، تبدو المنظومة الثنائية من الأرض، خافتة لأن النجم الأبعد يحجب النجم الأشعث

### الثنائيات الكسوفية

يشتمل قربة نصف النجوم في الكون إلى نظام الثنائيات حيث يدور نجم المنظومة الثنائية واحدهما حول الآخر. وقد يكون النجمان متشابهين بحيث يكادان يمتدان، أو متباينين بحيث يكاد أحدهما يمتد. ويمكن كشف المنظومات الثنائية بطرق مختلفة. فبدون رؤية المنظومة الثنائية جدياً من الأرض، نلاحظ توضوح تغير ضوء كلاً من النجمين دورياً أمام الآخر حيث تبرز كلاً وخرباً. هذه الثنائيات تسمى الثنائيات الكسوفية

### النجوم المتغيرة

بعض النجوم يغير ضوءها، وهذه النجوم محببة لأصناف بعضها. مثلاً، المستنارة نجوم القنبار «أريال» يغير ضوءها في أقل من يوم، بينما آخر من النجوم غير متغيرة يستغرق ما بين أيام والمئة يوم يغير. وهناك نجوم أخرى، تدعى متغيرات ميرا، قد تستغرق حتى السنين لتكمل دورة تغيرها. وحديثاً يذكر أن تغير ضوء نجوم غير متغيرة يغير في طبيعتها - حجمها ودرجة حرارتها - فهي تسبب ضوءاً أشد في حال امتدادها، وأخف في حال انكماشها. والنجوم لا تسلك هكذا دائماً، إنما هو لنموذج طبيعي لنجم عادي يغير معمرته اللا استقرار في أو حر حركته

لمزيد من المعلومات انظر:
الطاقة النووية ص ١٣٦
مصادر الضوء ص ١٩٣
الانكسار ص ١٩٦
المجرات ص ٢٧٦
دورة حياة النجوم ص ٢٨١
شمس ص ٢٨٤
حقائق ومعلومات ص ٤١٨



# دورة حياة النجوم

لا شيء في الكون يبقى إلى الأبد على حاله، ولا تستثنى من ذلك النجوم. لكن لا يمكننا رؤية نجم يتغير، لأنه يُعمرُ ملايين وبلايين السنين. إنَّ مَسْأَلَةَ النجوم كُلِّها هو سُحْبُ الغاز والغبار التي كانت قد تَكَوَّنتْ بَطْءً من الذرات المتناثرة بِصَالَةِ فِي الفضا. وهي تُولِّدُ جماعات، يتفرَّقُ مُعْظَمُها، ويبقى بعضها الآخر مُتَضامًا بفعل الحاذيَّة. ويعتمدُ تالي حياة النجم على عِظَم كتلته، فكلُّما ازدادت كتلته ازدادت سرعة استهلاكه لِوَقُوده الهيدروجيني، وعدَّت حياته أقصرَ وأعصفَ. بعضُ النجوم تبلغُ من عِظَم الكُتلة بحيثُ سرعانَ ما تتفجَّر؛ لكنَّ غالبيتها، كما شَمْسُنَا، تَعَمُّ بِفِتْرَةٍ استقرارٍ من حياتها تُسطعُ فيها بأطوارٍ مُستَمرَّة.

## مراحل في حياة النجم

تبدأ الشمس حياتها ضمن مجموعة من النجوم، لكنها الآن نجم مُستقل بذاته. وتُمثِّلُ الصُّورُ المرفقةُ مراحلَ حياة الشمس منذ نشأت ككوكبٍ بُدائيٍّ من سُحُبٍ غازيةٍ إلى حاضرها اليوم ككوكبٍ ساطعٍ مُستقرٍّ ثم استمرارًا إلى احتضارها مُستقبلاً ككوكبٍ أبيض. إنَّ النجومَ الأعظمُ كُتلةً من الشمس والأشدُّ حُمُوًا تستهلكُ وقودها بِسرعةٍ أكثرَ كثيرًا، لذا فهي لا تُقضي من أجليها إلَّا جُزءًا ضئيلًا نسبيًا ككوكبٍ ساطعٍ مُستقرٍّ.

نجم من نمط

نجوم كوكبة  
الثور -

نُورُ النجوم الجديدة من سُحُبِ الغاز والغبار مُستمرٌّ على الدوام.

تتقلَّصُ حرارة من السديم بفعل الحاذيَّة وتُصلِّحُ كُلَّ جُزءٍ شديد كثافة في مركزه، حيثُ تُخسِنُ الحرارة لِتُكوِّنَ نَجمًا ثدييًّا

عندما تبلغ حرارة النجم الداخلي حدًا كافيًا يبدأ فيه تفاعلات الاندماج النووي، وتُشعُّ الطاقة ويبدأ النجم ببطء بحرق النوى من السديم، مما يُنتجُ دفقةً لشديدة

سحابة الحاديَّة

سحابة الهيدروجين في  
الشمس نحو المركز حيث  
تتصادم وتتداخل لِتُكوِّنَ الهيليوم -

تُشعُّ طاقة عَظيمة، فيما يُبقي ضغط  
المركز النجم مُتماسكًا وهذه هي الفترة المُستقرَّة من حياة  
النجم حين يُصنَّفُ من نجوم النوى الرئيسية

نجم

النجم الرئيسي

يبدأ سطوع النجم  
وصباتته كلما رُدد  
قلته كثافة وحُمُو

يقضي نجم كاسيُوس مدة ١٠ ملايين سنة ككوكب  
من نجوم النوى الرئيسية. وتُعدُّ الشمس الآن  
في مُنصف حياتها في هذه المُتوالية.

نجم نوريثا

## أثناء النجوم

سحابة داخل مجرة درب التبانة اضاءت بحمى عند ان  
نجوم كل فو سحابة من سحابة واحدة وركبتها الأولى  
مُباشرة هات سحابة من آلاف السحابة والكروية يضمُّ النجم السحابة  
نصاع صاب من نجوم النوى الرئيسية، ويبدأ هذه الأداة في الأجزاء  
نحار حية (المركز المُسطح) من مجرتنا أما الأداة الكروية فتحتوي  
منها مئات الآلاف من النجوم الناعمة القدم في سحابة كروية، ويبدأ هذه  
الأداة في تَكَوِّنِ السحابة حول مركز مجرتنا

أثناء (خمس) مُستقره  
من النجوم الناعمة

أداة من النجوم  
النوى السحابة

أداة كروية من  
النجوم القديمة

## نجم مُبعر

النجم فو مُبعر من  
نجوم اعة (واحدة)  
في مُصاحبات  
نجوم يعني

عمرها حوالي ٦٠

مليون سنة) تُشعُّ على

مدى ٣٠ سنة صوتية في

عصاة. نذو فو النجم

سحابة كُثيفة صوتية صلبة تتركز من

سحابة سحابة نجوم تتركز من

فوتن فيمكننا مُشاهدة أحرام أكثر بكثير من

نجومه المُتفرقة إلى الرُفَّة، إضافةً إلى سُحُب اعمار

والغبار التي تعلقت بها تلك النجوم

## نجم كروي

سحابة الأداة الكروية من نجوم الناعمة  
لنداء يُغشِّدُ لها تُشعُّ في  
أرض من سحابة كاسيُوس

في تجويفها لم يُمكن

أن تُوقِفَ هذه الأداة

النجم من معلومات

عن مراحل الحياة

الأولى تُتركز من

نجم نجوم السحابة

٤٧ هذا يُرى بالعين

المُتجرِّدة من نصف الكروية

الجوي للأرض

نجم نجوم  
المُتوقَّان ٤٧



## النجوم النيوترونية



عندما يتفكك نجم، كُنته بين ١.٤ و ٣ مرات كُنته الشمس، يُحْتَفَ وراءه قُبْلًا يُدْعَى نجمًا سوبرنوفاً ويبلغ عُفُ النَفْصُ حَدَّ يجعلُ إلكترونات الذرات يندمج مع بروتوناتها لتكوّن نيوترونات، وتترصّد مادة النجم كُنتها في كُرّة كثافتها فوق التصوّر، يبلغ قُطرُها حوالي ١٠ كم، سَعَتْ طاقة عظيمه والبلّسار هو نجم نيوتروني يُدَوِّم بِسرعة مُتغيّنة بصاحب صوتيّة نحو الأرض (كالمطار)، وكان الفلكيّان البريطانيّان، جونليبر برنس و بطوني هوش أول من اكتشف البلّسارات عام ١٩٦٧

نجم قزم  
انصر

تغدو طبقات النجم الخارجيّة غير مُستقرّة وتُفْعَلُ في العَصاء ولا تحتفظ لطبقات لداخليّة يتمدّد بها لامتداد الطاقة الكافية فيها، فتتفكّص بسرعة دافقة وتُغْمَقُ بحيث تتراسل الذرّات معًا، فيتحوّل النجم إلى قزمٍ أسود - يحلو سَطْرُهُ مُتحوّلًا إلى قزمٍ أسود

## احتضار بديل

لا تنتهي حياة النجوم جميعها كأقزامٍ بيضاء، فعصر العظيمة الكُنته منها تنتهي حياتها بشكلٍ مشهديٍّ لا عيب - إذ تنفكّص بِسرعة هائلة فتتمخّر كسُوبر نوفا (مُتمخّر أعظم). وقد يطرأ القَلْبُ كجسم نيوتروني أو ككُتَب أسود؛ فيما يُوقر الرمادُ والعُذرُ المُطلقُ بعيدًا مادةً لنكوّين نجومٍ جديدة

في العام ١٩٥٤، سَجُنَ الضيّقون ظهور نجم، بما يُدْعَى اليوم مُتجدّدًا أعظم، كان من شدّة السطوع بحيث يُرى في ضوء النهار. وتُشاهدُ بقايا تملّك هذا النجم حاليًا في سديم الشيطان، وقد عُدا قُلتُه بِلّسارًا يُدَوِّم ٣٠ مرّة في الثانية

نجم  
قنقاري

نجم عملاق  
احمر

تتأثّر في  
الهليوم المُنفّس  
تفاعلات الاندماج  
النوويّ مُكوّنة  
الكربون، ويُدْعَى  
النجم حينئذٍ  
مُحترقًا هيدروجينيًا،  
وهو يتفكّص  
ويتمدّد  
تستمرّ في عافدا  
الضغاط الخارجيّة  
من المادة فيه

يردّد سطوع النجم  
المتفكّر ملايين المرات على  
مدى أسابيع وأشهر، فيبدو  
مُتألّفًا في السماء كنجم مُتجدّدٍ أعظم

## الثقوب السوداء

تُفْترى النُجْمُ الذي تزيّد كُنته على ثلاثة أضعاف كُنته الشمس أحداثٌ غريبة في نهاية حياته، يتفكّص النجم مُتراسًا أكثر فأكثر وتُتزايد كثافته أكثر فأكثر حتّى لا يستطيع الإفلات من جاذبيّته شيء حتّى الضوء. وهكذا يصنع ثقبًا أسودًا ذا مُفرديّة (نُقطيّة لا مُتناهية الكثافة) في مركزه.

جاذبيّة الثقب الأسود الهائلة تشحب

إلى داخله مواد من نجم  
شاحور وهذا يجعل  
اكتشاف الثقب مُمكنًا  
فالواد المدوّمة انضاء  
تُحولها الثقوب تُصنع  
حارّة حدًا، وتُسبّغ  
اشعّة سميّة تُمكن كشفها

استُبعد الهذروجين، لكن حرارة المركز الآن هي من الشدّة بحيث يمدّد النجم - بينما يبرّد سطحه مُتحوّلًا إلى نجمٍ أحمر يُدْعَى عملاقًا أحمر

يُحمي الضوء بقدر كبير حول الثقب  
الأسود - فلا يستطيع الإفلات

يشو النجم كُنته في موقع  
مُحتجب عن موقعه الحقيقي لأن  
صوه انحرف بشدّة الشمس

موقع النجم  
الحقيقي

موقع النجم  
الظاهري

## نظرية النسبية العامة

في لعام ١٩١٥، نشر ألبرت أينشتاين بصريّة المُثبّرة حينئذٍ والشهيرة حاليًا باسم نظريّة النسبية العامة وهي تقدّم مفهومًا مُختلفًا تمامًا حول الحادثة باعتبارها خاصّة قصديّة لا قوّة تعادب بين لأجسام والأجسام الماديّة تُقوِّس الفضاء كما يُقوِّس ثقل شبكة «لرامبوليس»، وهكذا «تسقط» الأجسام نحو أجسامٍ أخرى، حتّى الصّوّة «تسقط» في الفراغ المُقوِّس حول جسمٍ ما فينحني مسارُه. وقد وُضِعَتْ هذه النظرية الغريبة على الميخك أثناء كُتُوفِ لِلشَّمْسِ عام ١٩١٩ حين رُصدَ عمليًّا انحناء أشعّة الصّوّة من نجم بعيدٍ يعمل جاذبيّة الشمس - لقد كان أينشتاين على حق!

الأجسام الماديّة تُقوِّس الفضاء حسب نظريّة النسبية العامة. ولو كان الجسم المادي الكوني هائل الكثافة (بفراصٍ كميّة كبيرة من المادة في حيزٍ صغير)، فقد يُسقطُ العَصاءُ إلى هاويةٍ سحيقة - كتنقيب أسود كبير

### لمزيد من المعلومات أنظر

- السنة النورية ص ٢٤
- الجاذبية ص ١٢٢
- الطاقة النووية ص ١٣٦
- أصل الكون ص ٢٧٥
- المجرات ص ٢٧٦
- النجوم ص ٢٧٨
- الشمس ص ٢٨٤



# الكوكبات (الأبراج)

النقاط الضوئية المتلاثة في سماء الليل تبدو جميعها متماثلة للوهلة الأولى. منذ آلاف السنين، قسّم الفلكيون القدامى النجوم إلى مجموعات تمثلوها في صور خيالية، كصور العقرب والدب والأسد، بحيث يسهل استذكارها - وهكذا ولد نظام الكوكبات المعروف. الواقع أنه لا علاقة بين نجوم الكوكبة الواحدة، فهي تبدو في أشكالها ومجموعاتها تلك فقط عندما ننظر إليها من الأرض. والنجوم كلها بعيدة جدًا بحيث تبدو في مدى البعد نفسه، وهي تتحرك معًا كأنها ملصقة داخل طاس هائل - هو الكرة السماوية.



## مسارات النجوم

بدو النجوم من الأرض، وكأنها تدور حول نقطتين وهميتين في السماء هما القطب السماوي والجنوبي بصورة أعلاه تظهر مسارات النجوم في سماء الليل من انحراف الضوئية

لأرض وحس  
«الكرة السماوية»

بدو الشمس من الأرض في مسارها هيري سمي على حلقة من النجوم وتطو على كوكبات النجوم في هذه الحلقة دائرة البروج

نستخدم أسماء النجوم وأوضاعها في الملاحة (نظام القطب) لتحديد القطب الشمالي للأرض) كما في التقويم (فمن الأرض نشاهد أبراج مختلفة من النجوم خلال السنة، بناءً دوران الأرض حول الشمس)

بعض الحرائط النجمية القديمة كانت نفسها أكثر منها علمية

## الجبار

الجبار كوكبة شهيرة مشهورة في صورة الجبار تحدد كتبه ورؤيته أربعة نجوم سطحية، وتسمى حرمة ثلاثة أخرى، دوبا نجم حر (مدمج الجبار) يمثل سبعة

## تصنيف النجوم

يستخدم الفلكيون مصطلحًا، متفق عليها دوليًا، تصم ٨٨ كوكبة تعرف اثنا عشرة منها بدائرة البروج وهذه تشكل الستارة الحلقيّة لحركات الكواكب السيارة والقمر والشمس وتسمى النجوم الممتصة داخل إحدى كوكبات بحرف من الأبجدية اليونانية فيرقها النجم الأكثر سطوعًا ألفا، ولباني بيتا، وهكذا

دو لك

## القدر - قياس النجوم

يستخدم الفلكيون أرقامًا في تقدير ضوء

- ١ النجوم المقاس بغير
- ٢ النجوم لا يصف ضوء
- ٣ النجوم على حقيقتها، بل
- ٤ كيف تبدو ذلك النجوم من الأرض وتختلف أمدد
- ٥ الرقة المنقطة بجم اردد
- ٦ حمولة والنجوم ذات قدر
- ٧ النجوم من ١ إلى ٦ يمكن رؤيتها بالعين المجردة



خريطة نجمية حديثة



## الحرائط النجمية

لحفظ الذاكرة لعدة قرون حدثت أسماء النجوم بالحيوانات والاشكال الأسطورية ومع ازدياد حركة الملاحة جونا صدر بالإنكان محيط المحيط من السماء وبمهور النجوم وتطور نظام القوس لتحديد مواقع النجوم بدقة فترده وبلاشي، أوكاد، إيسخ الحرائط التي تترك الأبراج هي وبدأ لاحقًا إعداد الحرائط النجمية فبوعراف بوسط الحواسيب واليوم بحفظ سوابق مواقع النجوم بدقة وشمس



## لريد من المعلومات أنظر

- لكون ص ٢٧٤
- النجوم ص ٢٧٨
- دورة حياة النجوم ص ٢٨٠
- علم النجوم ص ٢٩٦
- للتنبؤات الأرضية ص ٢٩٧
- حقائق ومعلومات ص ٤١٨



# النَّظَامُ الشَّمْسِيّ

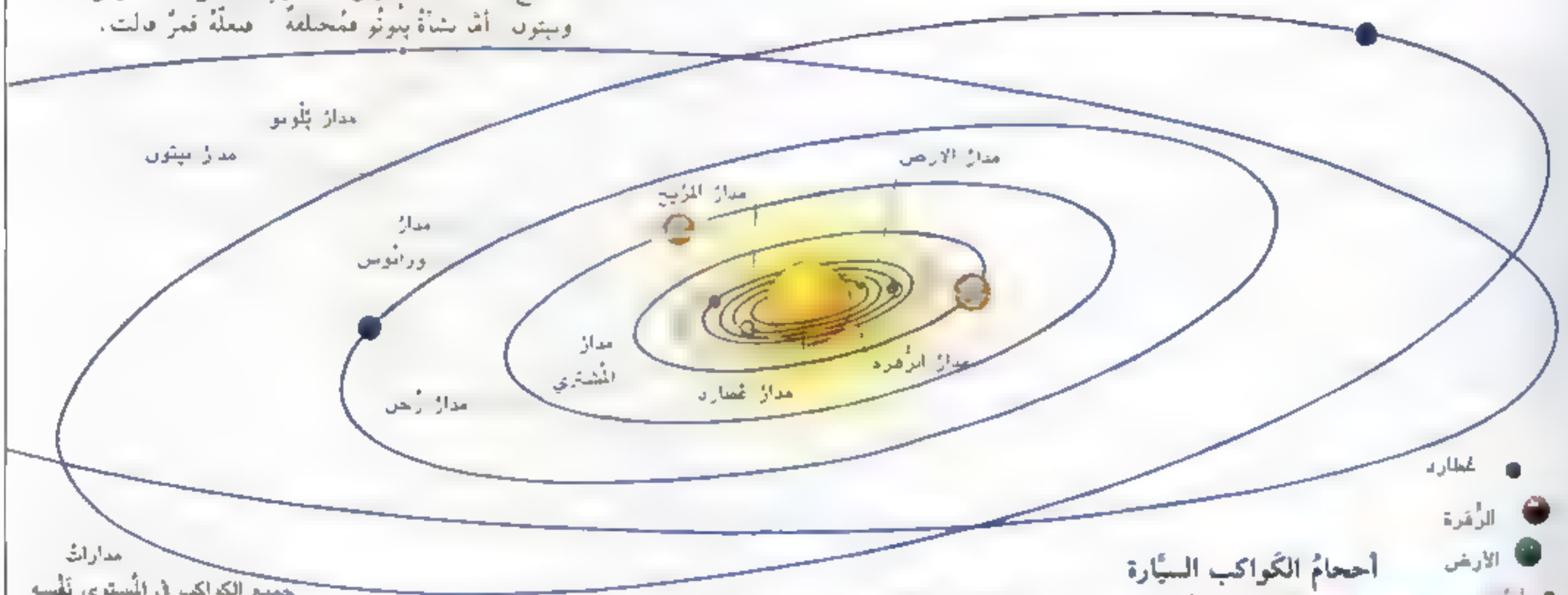
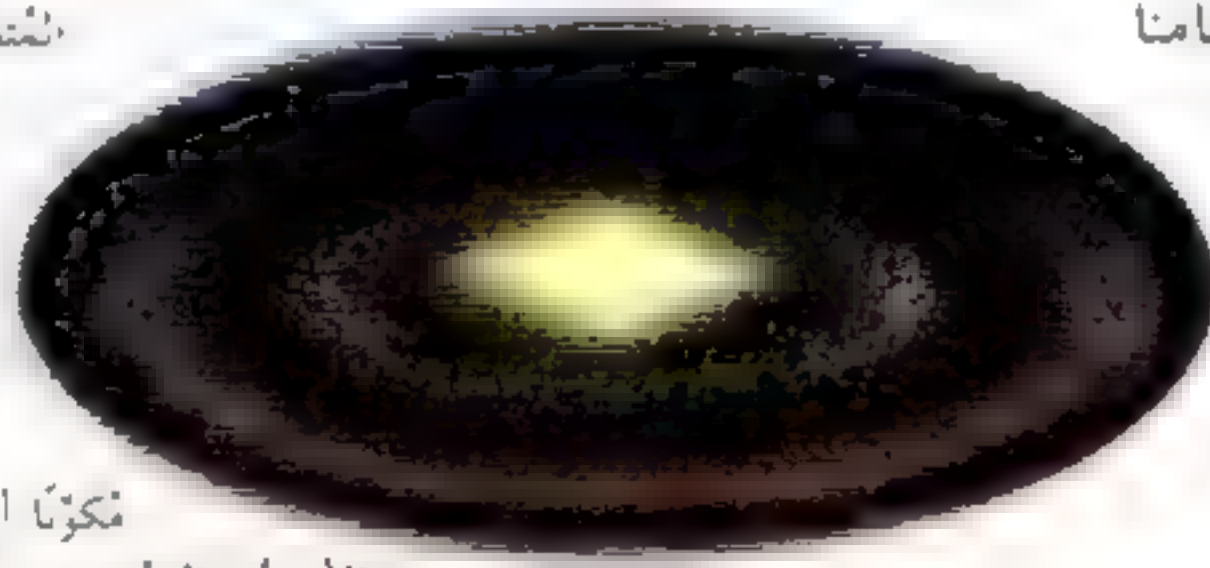
منذ ملايين السنين تَشَتَّتْ عَائِلَةٌ من الكواكب السَّيَّارة في مَدَارَاتِ حَوْلِ الشَّمْسِ، وهي مع الشَّمْسِ تَوَلَّفَتْ ما يُعْرَفُ بِالنَّظَامِ الشَّمْسِيِّ. وَيَصُمُّ هَذَا النَّظَامُ الفَلَكِيّ، الممتدُّ على مَدَى ١٢٠٠٠ مليون كم في الفضاء، أيضًا، الكَوَيْكَبَاتِ (السَّيَّارَاتِ الصَّغِيرَةِ بَيْنَ مَدَارَيِ المَرْيَخِ والمُشْتَرِي) والمُذَنَّبَاتِ ولأَقْمَارَ (الأَحْسَامِ الدَّائِرَةِ حَوْلَ الكواكب السَّيَّارَةِ) والغُبَارِ بَيْنَ الكواكب. والشَّمْسُ هي الجِرمُ المهيمنُ في هذا النظام إذ تَشَكِّلُ أَكْثَرَ من ٩٩ بالمئة من كُتْلَتِهِ الإِجماليَّةِ. قديمًا اعتُبرَ هذا النَّظَامُ مَرَكِزَ الكَوْنِ وَالْجُزْءِ الأكبرِ مِنْهُ. لَكِنَّا نَعْلَمُ اليَوْمَ أَنَّ نِظَامَنَا الشَّمْسِيَّ ما هو إِلَّا بُقْعَةٌ هَبَائِيَّةٌ الضَّالَّةُ بِالمُقَارَنَةِ مع بَقِيَّةِ الكَوْنِ.

اكتشف الفلكيون نَظْمًا من العار والغبار حوّل بعض النجوم الغنية، مما يعني إمكانية وجود أنظمة ملكية كواكب أخرى



## نشأة النظام الشمسي

تَشَتَّتْ كَوَاكِبُ سَيَّارَةٍ والأَحْرَارُ الأُخْرَى في المَطْوَمَةِ، مَدَى ٤٦٠٠ مليون سنة، من بقايا المادَّةِ المُتَحَلِّقَةِ من كَوْنِ الشَّمْسِ. فَقَدْ كَانَتْ الشَّمْسُ مُحَاطَةً بِكَوْنٍ من العَر (مَرْيَخٍ من الهَيْدْرُوجِينِ وَهَلِيُومِ) والغَر (حَدِيدٍ وَصُحُورٍ وَنُحْلٍ)، تُدْعَى السَّيِّدَةُ الشَّمْسِيَّةُ، تَحَوَّلَتْ لَاحِقًا إِلَى قُرْصٍ مُسَطَّحٍ دَوَّرَ، ثُمَّ تَلَاصَقَ الغُبَارُ بَعْضُهُ بِبَعْضٍ مُكَوِّنًا أَرْبَعَ كُتَلٍ هي عُطَارِدُ وَالزُّهُرَةُ والأَرْضُ وَالْمَرْيَخُ وهي بَطْنِي خَارِجِيٌّ أَبْعَدُ، اتَّحَدَ الغُبَارُ وَالتُّحْلُ بِالعَرَاتِ لِتَكُونِ المُشْتَرِي وَرُحْلٌ وَأَوْرَانُوسُ وَبِيتُونُ أَشَدَّ شَدَّةً يَتَوَلَّوْنَ مُجْلَعَةً مُعَلَّةً قَمَرًا وَدَلَّتْ.



## أحجام الكواكب السَّيَّارَةِ

يَهْتَمُّ الفلكيون بِكَيْفَةِ احْتِرَامِ (أَي كَمِّيَّةِ المَادَّةِ فِيهِ) أَكْثَرَ من أَهْمِيَّتِهِمْ قُصْرَهُ (أَوْ حَجْمَهُ) أَكْثَرَ لِكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ كُتْلَةً وَحَجْمًا هُوَ المُشْتَرِي



## الجاذبيَّةُ في النَّظَامِ الشَّمْسِيِّ

مَا الَّذِي يُدْعَى كَوَاكِبُ النَّظَامِ الشَّمْسِيِّ فِي أَفلاكِهَا؟ بِهَا لِحَدِيثَةٍ - وهي قُوَّةٌ جاذِبَةٌ بَيْنَ كُتْلَتِي جَسْمَيْنِ تَسَلُّ طَرْدًا مع مَدَى رَئْيِ كُتْلَتَيْهِمَا وَعَكْسًا مع مُرْتَبَعِ المَسَافَةِ بَيْنَهُمَا جَسْمًا يُخْضِعُ بَيْنَهُمَا حَادِثَةً المَعَادِ لِيُوسَّ وَالْجاذِبَةُ هِيَ مَادَّةُ جِزْمٍ مُمَسَكَةٌ، وَإِذَا كَانَتْ قُوَّةٌ بِمَا فِيهِ الكِفَايَةُ، فَإِنَّهَا تَجْلِبُّ عَازِمَاتِ نَحْوِ الكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ أَوْ المَعْرِ فَيَكُونُ حَوْلَ حَوْزَةٍ فِي النِّقْطِ السَّاعِ عَشِيرَ نَفْطِي المَعَالَةِ الإِنْكَلَبِيَّةِ، بِسُحُوِّ مَوْثِقٍ، حَرَكَةُ القَمَرِ وَلِكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ، وَوَضَعُ قَانُونِ الحَادِثَةِ العَمَمِ الَّذِي هُوَ أَحَدُ العَوَائِلِ الأَسَاسِيَّةِ فِي الكَوْنِ.



لِلْجاذِبِيَّةِ ثَلَاثِي الكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ فِي أَفلاكِهَا حَوْلَ الشَّمْسِ، وَالْأَقْمَارُ فِي مَدَارَاتِهَا حَوْلَ الكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ وَيَعْرِى مَاضِيَّ الحَادِثَةِ مَارِدِيَادِ المَسَافَةِ، فَكَلَّمَا ارْتَدَّ نَعْدُ الكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ عَنِ الشَّمْسِ نَعْدُ الحَادِثَةِ وَتُصَنِّعُ حَرَكَتَهُ أَيْضًا

مَدَارَاتُ جَمِيعِ الكَوَاكِبِ فِي المُشْتَرِي نَفْسِيَّةٌ عِندَ مَدَارِي عُصَادَرِ وَيَلُونُو.

## المَدَارَاتُ

النَّظَامُ الشَّمْسِيّ قُرْصِيٌّ يَتَكَوَّنُ مِنْ كَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ وَكَوَاكِبِ السَّيَّارَةِ تَدَوَّرُ حَوْلَهَا فِي مَدَارَاتٍ (وَأَفلاكٍ) مُعْتَمِدَةٍ فِي أَتْحَادٍ وَحِيدٍ لَكِنَّ بِسُرْعَاتٍ مُتَحَدَّةٍ وهي تَسْعَرُ أَوْدُنَ مُجْلَعَةٍ تُكْمَلُ دَوْرَانَهَا حَوْلَ الشَّمْسِ

## لِرَبِيدِ مِنَ المَعْلُومَاتِ انْظُرْ

- احْدَاثَةٌ ص ١٢٢
- الشَّمْسُ ص ٢٨٤
- عُطَارِدُ وَالزُّهُرَةُ ص ٢٨٦
- الأَرْضُ ص ٢٨٧
- لِمَرْيَخِ ص ٢٨٩
- المُشْتَرِي ص ٢٩٠
- زُحْلٌ ص ٢٩١، أَوْرَانُوسُ ص ٢٩٢
- بِيتُونُ وَبِلُوتُونُ ص ٢٩٣
- حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١٨



# الشَّمْسُ

الشَّمْسُ أقرب النُجُوم إلينا، ويدرسها يُمكننا تعرُّف الكثير عن النُجُوم الأخرى في الكون. فهي، كسائر النجوم، كُرَّة ضخمة مُضيئة من الغازات الحارة يتألف معظمها من الهيدروجين وبعض الهيليوم وكميات ضئيلة من العناصر الأخرى. وتجري داخل الشَّمْس تفاعلات الاندماج النووي باستمرار مُولدة الطاقة كضوء وحرارة، فتبلغ درجة الحرارة في مركزها حوالي ١٤٠٠٠٠٠٠°س. تنشأت الشَّمْس من سديم غازي وغبار منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة ضمن مجموعة من النُجُوم تفرقت ببطء لاحقاً، فغدت الشَّمْس الآن نجماً مُنفرداً بذاته. وتتميز الشَّمْس كما نعلم، بين سائر النجوم بمنظومتها من الكواكب السيَّارة. والشَّمْس بالنسبة للأرض، أحد هذه الكواكب، ليست النجم المركزي القديم فقط بل مصدر الطاقة للحياة فيها أيضاً.

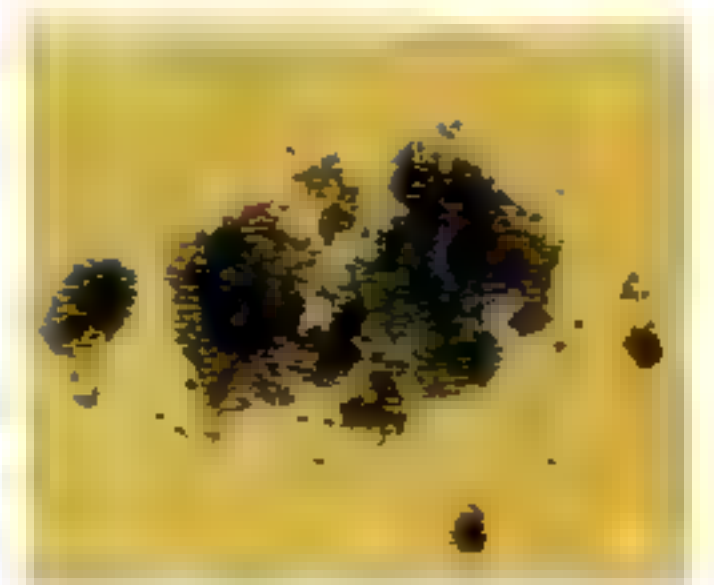
## طباقية الشَّمْس

تألف الشَّمْس من طبقات عارية مُختلفة. فسطح الشَّمْس النير المرئي يُدعى الفوتوسفير، ويبدو مُرقشاً بمقاييع العذرات المدوّمة فيه وتُحيط بالفوتوسفير طبقة لا تُرى من الغاز تُدعى الغلاف الجوي (الكروموسفير). وتُدعى الطبقة فوق الغلاف الجوي، الإكليل؛ وتبدو كحالة مُتصاعدة نحو الفضاء.

تدور الشَّمْس حول محورها من الشرق إلى الغرب، ويستغرق طبعها الغازية تختلف فترة لدوران من ٢٥ يوماً في الوسط (عند خط استوائها) إلى ٣٠ يوماً في قطبيها (في أعلاها وأسفلها). وقد اكتشف ذلك بوضع تحركات التقع الشمسية.

## البقع الشمسية

أحياناً يظهر الفوتوسفير، بالنعاب الذهبية، مُخرقة نفع مُظلمة تُعرف بالكُلب الشمسية، وهي تبدو مُصغرة لأنها برؤ منّا حولها أن حدوث هذه البقع عادةً للمحالات مُغطاة في نظري سريان الحرارة إليها من مركز الشَّمْس والبقع الشمسية ذات مركز مُظلم تسمى لُطْلُ يُحيط به حُدُودٌ أفتح لوناً يُسمى شبه لُطْلُ وهذه البقع تحدث عادةً أروحا أو مجموعات



مجموعة من البقع الشمسية



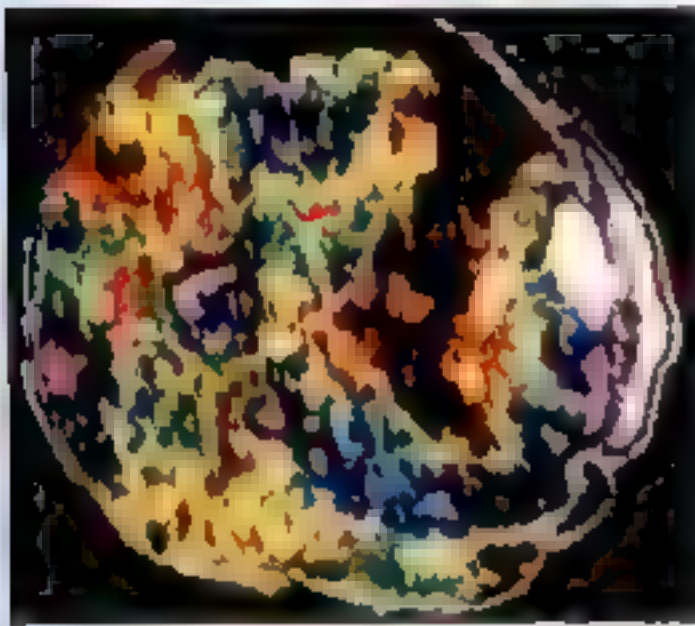
السنة الأولى السنة الرابعة السنة السابعة السنة العاشرة السنة الثانية عشرة  
تشتق دورة البقع الشمسية ١١ سنة في بدايتها يكون سطح الشَّمْس خالياً من البقع؛ ثم يظهر بعضها في أعلى السطح وفي أسفل؛ ثم تختفي البقع وتتشكل بُقع جديدة أقرب فأقرب من خط الاستواء (نحو وسط القرص)

تُشاهد الشُّوْط  
(ح شواط)  
الشمسية فقط  
أثناء كسوف  
الشَّمْس الكلي  
أو باستخدام  
معدات خاصة

## الشُّوْط الشمسية

تنتشر من سطح شَّمْس نير (الفوتوسفير) أحياناً سُحُب ضخمة من الغاز اللاهب المُتوهج تُعرف بالاندلاعات والشُّوْط شمسية، وهي ترفق نفع لشمسية عادةً الاندلاعات الشمسية بوهجات بظلمة محتبة الاندفاع لا يدوم طويلاً في بعض رهاق شُّوْط كبير في ١٠٠٠٠٠ كم، ويدوم عدة شهور

هذه الصورة للشَّمْس، بالأشعة فوق البنفسجية، تُظهر نفع في لأكس



## شَّمْس الأشعة فوق البنفسجية

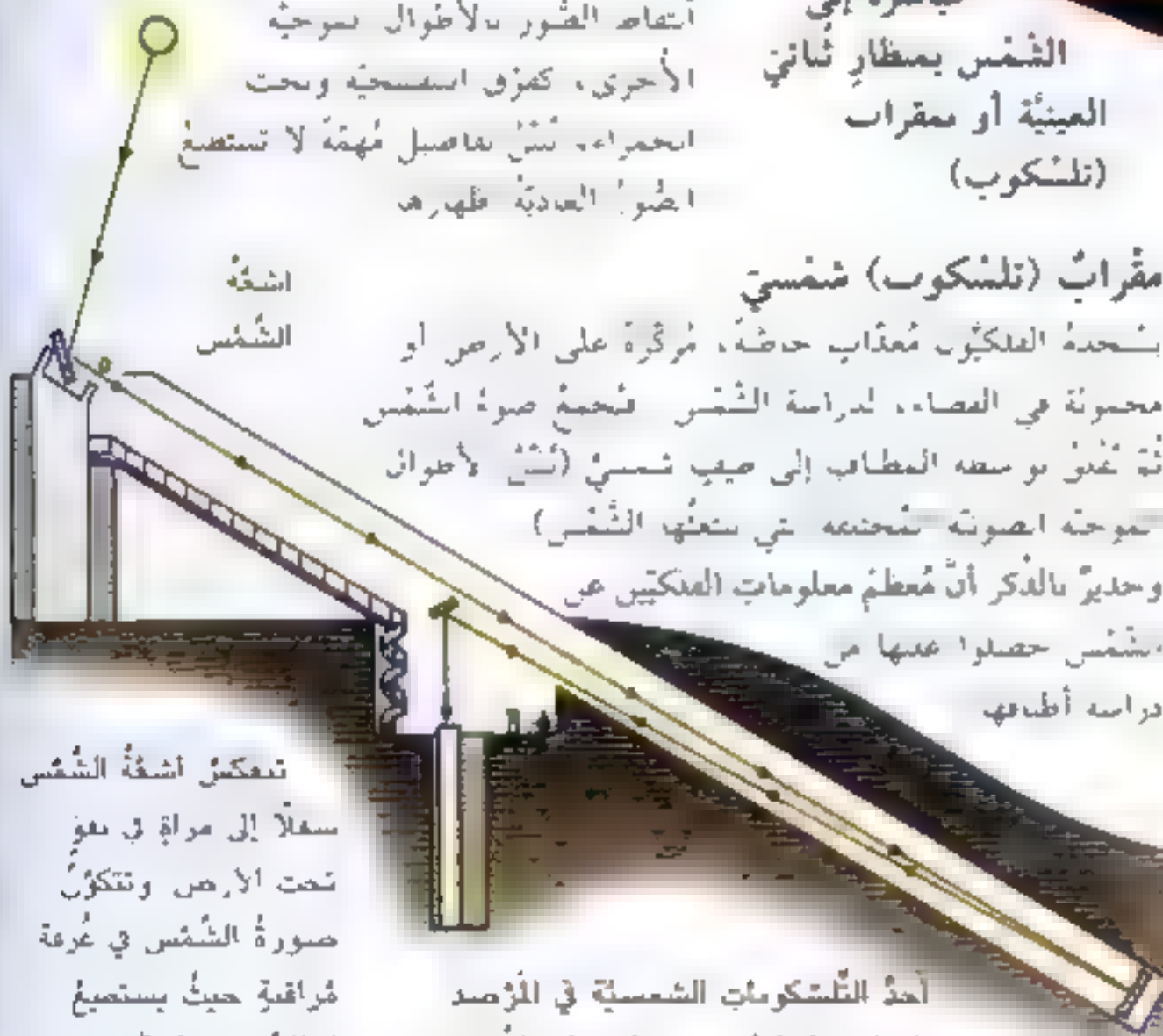
أسود ما عادت شَّمْس تُصوّر فقط بالصورة المرئية، بل أصبحت صورها تُحَللُ أيضاً بمختلف الأشعة الأخرى التي تُعطيها. فمن عكس مُعدت خاصة بصنع أتعاد الصور بالأطوال الموجية الأخرى، كمزق استيعابية وحت احمر، تُشاهد تفاصيل مُهمّة لا تستطيع الصور العادية أن تظهرها

## إتاك التطلع

مباشرة إلى  
الشَّمْس بمظارٍ ثنائي  
العينية أو مقراب  
(تلسكوب)

## مقراب (تلسكوب) شمسي

بشدة الفلكيون مُعذاب حادة، مُركزة على الأرض أو مجاورة في الفضاء، لدراسة الشَّمْس فجميع ضوء الشَّمْس تُغزو بواسطة المطابق إلى صلب شمسي (شَّمْس) لأطوال موجية أصغر من شحمته في شحمته الشمسي (شَّمْس) وحديث بالذكر أن معظم معلومات الفلكيين عن شَّمْس حصلوا عنها من دراسة أطوالها



تُعكس أشعة الشَّمْس  
سُفلاً إلى مرآة في بؤرة  
تحت الأرض وتتكوّن  
صورة الشَّمْس في غرفة  
مراقبة حيث يستصغ  
الفلكيون دراسة صورتها

أحد التلسكوبات الشمسية في المرصد الوطني في كاث برك، بالولايات المتحدة



## آرثر إدينجتون



كان الملكيّ الإنكليزيّ، السير آرثر إدينجتون (١٨٨٢-١٩٤٤) أوّل من أسهم في كشف خفايا التركيب الداخليّ للنجوم. وقد اكتشف أنّ صيّنة اللحم (كميّة الضوء التي يسعها) تعتمد على عظم كُتلتها. كذلك كان إدينجتون أوّل من وُجد إنشائيًا عمليًا للنظرية النسبية لأينشتاين بسحبها أثناء أشعة الضوء من نجم بعيد جدًا أثناء كُشوف كوكبيّ للنجم عام ١٩١٩.

## سيرة حياة الشمس

بالمُضطلحات الجنيّة، شمسنا الآن في مُنصف عُمرها، وسُتختصر في يوم من الأيام. لكن لا يُساوونك القلق، فأمام الشمس ٥٠٠٠ مليون سنة أخرى، ستبقى تُشعّ فيها قبل أن تُستَبدَ وقودها من الهيدروجين. ومن ثمّ ستبدأ باستهلاك محتواها من الهليوم مُتحوّلةً إلى نجم عملاق أحمر يُشعّ ١٠٠٠ مرّةً أنصغ من إشعاعها، ويردّاد حجمه ١٠٠ مرّةً أكثر من حجمها، الآن. ثمّ ستقلّص هذا إلى حجم قمر أبيض بحجم الأرض وبعد مُضيّ آلاف ملايين السنين سبرد هذا النجم وتنتهي حياته كجسم أسود بارد يُدعى قزمًا أسود.



تُمثّل الكُرّة الحمراء التّرنقاليّة الهائلة حجم الشمس المُتوقّع في أواخر حياتها، حين تُصبح نجما عملاقًا أحمر. يستغرق كوكب عطارد وجميع الكواكب الأخرى حجم الشمس

المريخ

سيجمع الشّابّر يوليسيز أيضًا معلومات عن قطبي الشمس عندما يصل إلى هذه النقطة.

مسار الشّابّر يوليسيز

الحزام الأحمر يُمثّل النطاق الصّليل الصالح لتواجد الكائنات الحيّة في نظامنا الشمسيّ ومن ضمن التقديرات أنّ كوكب الأرض يدور ضمن هذا النطاق

## يوليسيز

يُهمّ نعلمه معرفة مُجمل كميّة الطاقة التي يصل من الشمس إلى أعالي جو الأرض في لثاءه، ويُعرف هذا بتأثير الشمسيّ. والأرض تتأثر طيفًا بعبّرات هذا التأثير. وكان الشّابّر لشمسيّ ماكس قد تقصّى هذا التأثير الشمسيّ في ثمانينيات القرن العشرين، كما يُقرّض أنّ الشّابّر يوليسيز تقصّى المزيد من المعلومات عن الشمس في العامين ١٩٩٤ و١٩٩٥

أطلق الشّابّر يوليسيز عام ١٩٩٠ لتقصّي قطبي الشمس (وهو لا يُزيار من الأرض).

## لمزيد من المعلومات انظر

- الألآت البصريّة ص ١٩٨
- انصلاص ص ٢٠١
- النجوم ص ٢٧٨
- دورة حياة النجوم ص ٢٨٠
- النظم الشمسيّة ص ٢٨٣
- حسابات ومعلومات ص ٤١٨

استخدم الشّابّر يوليسيز جاذبيّة المشتري ليُلفّ في مساره الصحيح

في هذه النقطة من رحلته سيُمكن الشّابّر يوليسيز من التقاط مشاهد جيّد لقطبي الشمس

من حُسّر التقادير أنّ تتواجد الأرض في موقع مُلائم بالنسبة إلى الشمس علو كانت أقرب منا هي عليه وكانت حارّة جدًا بحيث يتعدّى نُشوء الحياة عليها ولو كانت أبعد وكانت أبرد منا يلائم الحياة

يحدثُ الكُشوف أو الحُشوف لأن الشمس والقمر يبدوان بحجم مُتساو ظاهريًا في سماء الأرض ولجميعه، أنّ الشمس أكبر من القمر بحوالي مرّة لكنّهما أبعد منه بحوالي مرّة أيضًا، لِذلك يبدوان ظاهريًا بحجم واحد

## الكُشوف الشمسيّ

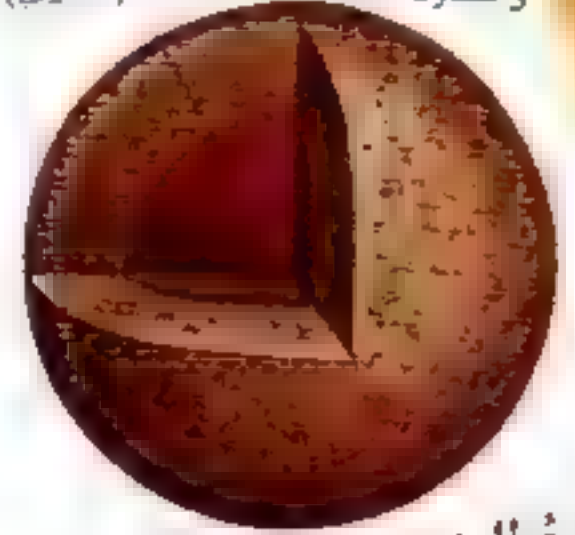
في أوقات مُحدّدة تَصادفُ الأرض والشمس بحيث يَحجبُ ضوء الشمس جُزئيًا أو كُليًا عن الأرض؛ ويُعرف هذا بالكُشوف. إنّ ظلّ القمر التام يُغطي منطقة صغيرة فقط من سطح الأرض. فالناس الموجودون في هذا الظلّ يُشاهدون جُزئيًا كُشوفًا كُليًا للشمس بسبب حجب القمر لِقُرصها تمامًا. ويُحيط بالظلّ التام بقمر على الأرض منطقة من الظلّ الجزئيّ، تُسمّى شبه الظلّ؛ والناس المُتواجدون فيها يُشاهدون كُشوفًا جُزئيًا للشمس فقط



# عُطَارِد والزُّهْرَة

عُطَارِد  
الزُّهْرَة

الدُّنَار الصَّخْرِيّ  
والقَشْرَة  
الْقَلْبُ المَعْدِي  
(الْعَرَبِيّ)



بِنْيَة عُطَارِد

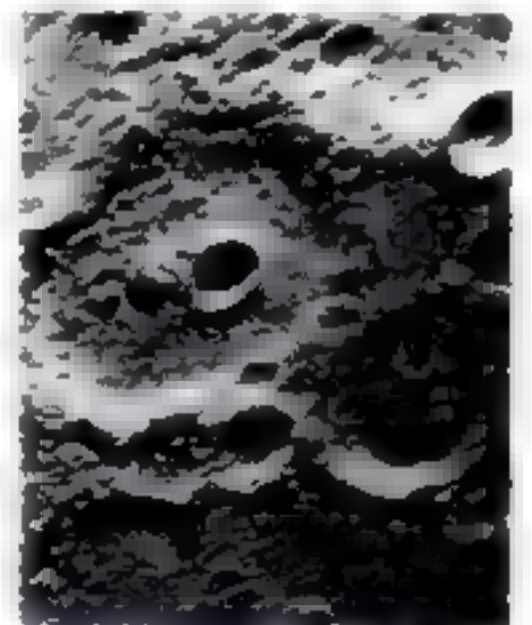
المِحْنُ المَعْدِيّ صَعِيفٌ لِكُوكِبِ عُطَارِد  
وَكثافته العَالِيَة تُشِيرَانِ إِلَى وُجُودِ قَلْبٍ هَائِلٍ  
مِنَ الحَدِيدِ فِي مَرَكِزِهِ. وَفَوْقَ هَذَا الْقَلْبِ  
طَبَقَةٌ مِنَ الصَّخُورِ المَصْهَرَةِ المَضْغُوطَةِ، هِيَ  
الدُّنَارُ، تَطْلُو فَوْقَهَا قَشْرَةٌ صَخْرِيَّةٌ حَامِدَةٌ

عُطَارِد

مُعْظَمُ مَعْلُومَاتِهِ عَنِ سَطْحِ عُطَارِدِ،  
جُمِعَتْهُ العَرَبَةُ الفَصَائِيَّةُ مَدْرَسَ ١٠  
لَكِنْ «مَارِيسِر ١١» سَمَ تَصَوَّرَ إِلَّا خِزْفًا  
مِنَ الكُوكِبِ فَقَطْ لِأَنَّهُا كَانَتْ تَعْرِى دَائِمًا  
بِالْجَانِبِ نَفْسِهِ مِنَ الكُوكِبِ، لِهُدَا الشَّيْبِ،  
فَلَا يَزَالُ الكَثِيرُ مِنَ هَذَا الكُوكِبِ بِأَنْتِظَارِ الاسْتِكْشَافِ

فُؤَاهَاتُ عُطَارِد

كُوكِبُ عُطَارِدِ صَخْرِيٌّ، لَيْدَتِ  
سَطْحُهُ فُؤَاهَاتٌ بَكُورَةٌ مُبَاشِرَةٌ بَعْدَ شِدَّةِ  
النَّطَامِ الشَّمْسِيِّ، وَسَطْحُ عُطَارِدِ مُجَعَّدٌ  
بِخُرُوفٍ (صَخُورٍ شَدِيدَةِ الِاحْتِدَارِ)  
سَاحِلُهُ عَنِ نَفْثِ كُوكِبِ لَمْبِي ١٠٠  
فَرَسَ نَرُودِهِ، كَمَا انْخَافَتْ الدُّوَرَةُ



تَكُونُ الفُؤَاهَاتُ

تَكُونُ الفُؤَاهَاتُ الكَثِيرَةُ عَلَى سَطْحِ عُطَارِدِ  
حَرًّا، وَقَدْ انْخَفَرَتْ نِسْفَةً بَاسِرَةً خَدَرِهَا  
حَوْلَ خُفَرٍ وَخُدُوفٍ ضَحْنَفَةٍ اشْتَكَلَتْ



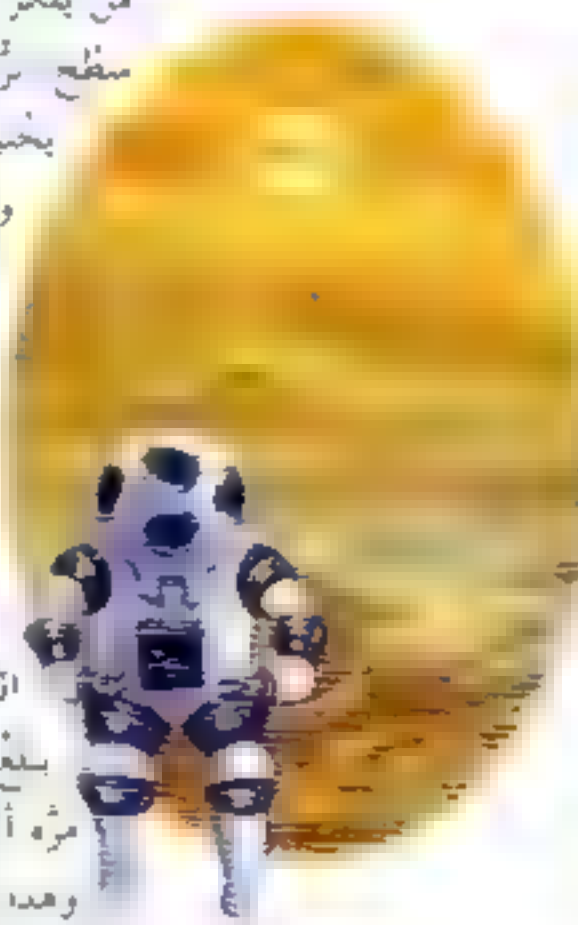
مَنْظَرٌ طَبِيعِيٌّ لِعُطَارِدِ

اِحْدَاثُهُ انْتِطَاعًا فِي عُطَارِدِ  
أَهْلٌ مِنْ نَصَبِ حَدِيثَةٍ  
الْأَرْضِ مِنْ أَصْغَفِ  
يَكُونُ كُوكِبُ عَنِ حَذَبِ  
عَارِبٍ حَوْلَهُ فَجَعَلَهُ عَدَدُ  
لَحْوٍ، مَرَّتْ، بِسُودَةٍ  
شُكُونٌ لِأَنَّ الصُّبُورَ لَا تَسْعَى  
فِي المَرَاغِ وَتَسْجُلُ عُصْرَدُ  
أَفْصَى فَرُوقِي فِي دَرَجَةِ الحَرَارَةِ  
بِهَذَا وَجَلَّ بَيْنَ الكُوكِبِ بَصَرًا  
لَا بُعْدَاءَ حَوْلَ بَحْنَتِ الحَرَارَةِ عَنْهُ وَآلَهُ -  
إِدْ بَلَّغَ دَرَجَةَ الحَرَارَةِ بِهَذَا ٤٠٠ مِنْ وَفَلَا ٢٠٠ س



مَنْظَرٌ طَبِيعِيٌّ لِلزُّهْرَةِ

مِنْ يُفَكِّرُ - سَهْوُوطٍ عَنِ  
سَطْحِ الزُّهْرَةِ عَلَيْهِ  
بِخَيْرِي حَوْلَهَا أَوَّلًا  
وَمَا الْخَوْ بِأَلْفِ  
مِنْ عُبُودِ كَثِيرٍ  
نَصَبُ مُضْغَرَةٍ مِنْ عَارِ  
حَامِصٍ لِكَمِيْنَتِكَ وَتَسْبَغُ  
دَرَجَةُ الحَرَارَةِ عَلَى سَطْحِ  
الزُّهْرَةِ ٤٨٠ سَ لِأَنَّ جَوْهَ  
الْكَبِيفِ بِحَقَرٍ حَرَرَةٍ  
انْتَشَسَ كَمَا الدَّفِئَاتِ، كَمَا  
بَلَّغَ اصْغَطَ الحَوِّيِّ عَنْهُ ١٠٠  
مَرَّةً أَكْثَرَ مِنْ صَعَطِ حَوْلَ لَأَرْضِ  
وَعَدَ بِتَحْوِ أَيْ شَرِيٍّ فِي ثَوْبِ

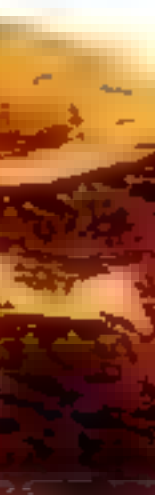


الزُّهْرَة

بَلَّتِ الزُّهْرَةُ سُحُبًا كَثِيرَةً تُحْمِي مَعَالِمَ  
سَطْحِهِ وَتَدُورُ انْطِقَاتُ الغَيْبِ مِنْ  
هَذِهِ خُومٍ حَوْلَ الكُوكِبِ مَرَّةً  
كُلِّ أَرْبَعَةِ أَيَّامٍ - وَذَلِكَ أَسْرَعُ  
كَثِيرٍ مِنْ دَوْرِهِ مَرَّةً حَوْلَ  
مَخُورِهِ أَيْ سَعْرَقَ ٢٤٣  
يَوْمًا، وَالَّذِي تُشَاهِدُهُ مِنْ  
هَذَا الكُوكِبِ مَا هُوَ إِلَّا  
اِبْعَاسُ نُورِ الشَّمْسِ عَنِ  
عُيُونِهِ الكَشْفَةِ.

صُورَةٌ سَطْحِيَّةٌ

اِسْتَكْشَفَ الزُّهْرَةَ كَثْرًا مِنْ ٢٠ عَرَبِ  
فَصَائِهِ، أَصْهَرَتْ أَنَّ سَطْحَ الكُوكِبِ  
صَخْرِيٌّ حَارٌّ، مَعْدَعٌ فَلَسَهُ مِنَ الْأَرْضِ  
لِخَفِيفَةِ وَالمَرْمَرِ



صُورَةٌ لِسَطْحِ الزُّهْرَةِ الشَّهِيدِ  
الشَّامِلِ العَصَائِيَّ مَحَلَّانِ

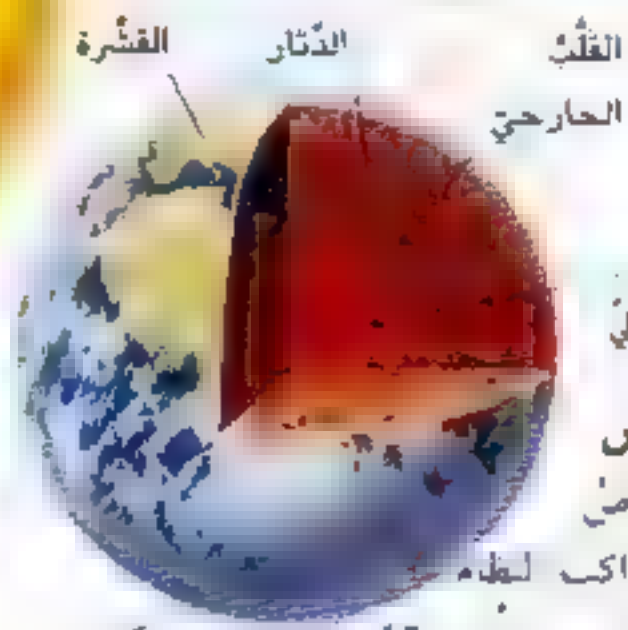
لِمَزِيدٍ مِنَ المَعْلُومَاتِ انْطَرِ  
نُطْمُ الشَّمْسِ مِنْ ٢٨٣  
الشَّمْسِ مِنْ ٢٨٤  
لَأَرْضِ مِنْ ٢٨٧  
لِقَمَرِ مِنْ ٢٨٨  
اِسْتَكْشَفَ الفَصَائِيَّةِ مِنْ ٣٠١  
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ مِنْ ٤١٨

٢٨٦



# الأرض

الأرض



القشرة  
الدثار  
اللب

اللب  
الداخلي

بنية الأرض  
تكوّن الأرض

الغنية مع كواكب لظلمة  
الشمسي الأخرى منذ ٤٦٠٠ مليون سنة وكانت هي  
التي باردة، لكن نفاذته لإشعاعه أخيرًا حتى  
الانصهار فحاص الحديد الثقيل نحو المركز، وصفت  
الصخور لأحط فوقه حاليًا، يُحفظ بقب لأرض  
الحديدي دنارًا صخريًا مانع، تعلّمه بشرًا صخرية  
سطحية لا نعدى سمكها بضعة كيلومترات

من الطبيعي أن تكون الأرض هي الكوكب الذي استحوذ على اهتمام العلماء وأستقصاءاتهم أكثر من سواه في النظام الشمسي، وأن يكون ما نعرفه عنه، بالتالي، أشمل وأدق. الأرض، كغيرها من الكواكب، فريدة ذات خصائص لا توجد في سواها - ليس أقلها أنها الكوكب الوحيد الصالح للحياة في المنظومة الشمسية؛ ويؤاري ذلك أهمية تواجد الماء. هذان العاملان حدّدا شكل ومسار تطور الأرض من كوكب ذي جو غني بالهيدروجين إلى العالم في حاله الرّاهنة فالحياة التي بدأت في بحار الأرض منذ ٣٠٠٠ مليون سنة، والكائنات الحيّة التي تطوّرت منها، أسهمت في تكوين جوّ التّروجين والأكسجين الذي وثّر بدوّه الطّروف الملائمة لاستمرار الحياة يدور حول الأرض سائرًا طبيعي هو القمر. وهي الكوكب الخامس من حيث الحجم، والثالث من حيث البعد عن الشمس.

## الأرض جرم لا يهدأ

سطح الأرض دائم التغيّر؛ فمشرقتها تتألف من صندع (أو النواح) هائلة متحركة. وتحدث لبراكين والزهزات الأرضية عندما تصادم هذه الصندع أو ينفك بعضها بعض أو يبرق بعضها تحت بعض. ويرمز ذلك عادةً لسفوح مظهرها الصخرية نحو السطح، وهكذا تُحدّد قشرة لأرض نفسها باستمرار

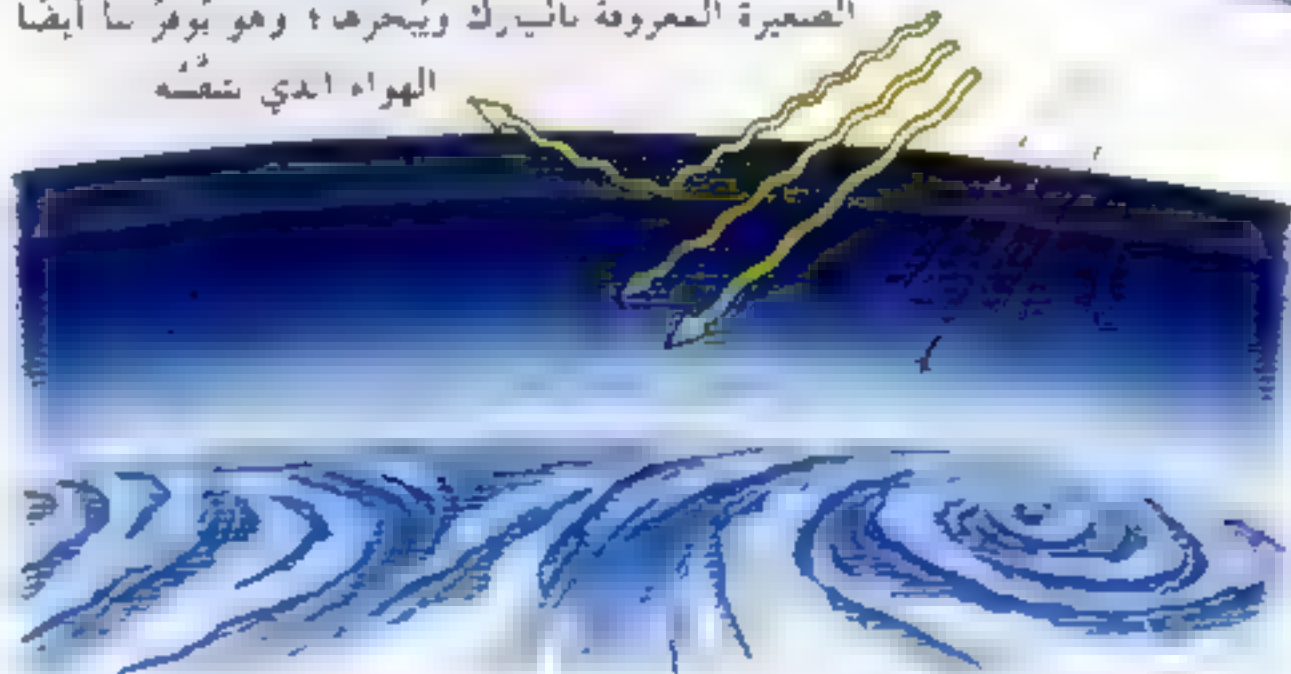
## كوكب الأرض

تألق الأرض ساطعة في الفضاء، إذ تعكس حوالي ثلث ضوء الشمس الساقط عليها؛ كما يستطير الضوء في جوها فيكسها لونا تعلق عليه الرّزقة وتبدو كتل الباستة البنية بوضوح، وكذلك المحيطات التي تغطي قرابة ثلثي سطح الأرض - حيث يغطي المحيط الهادئ وحده نصف سطح الكرة الأرضية. كما يُمكن مشاهدة غيوم كثيرة في الجو.



## جوّ الأرض

جوّ الأرض رقيق بالمعنى مع جوّ جاراتها الزهرة لكنه مُشدّد حدًا فهو رقيق بحيث يحرقه ضوء الشمس، لكنه سمك بما فيه الكفاية ليحجب إشعاعات الشمس الأخرى المؤذية؛ فمعظم الأشعة فوق السمعية المحصورة على حياة البشر تُرشح عنده. كذلك يُنظر جوّ لأرض سرعة الرّخم المصنّبة الصخرية الصغيرة المعروفة بالبرك ويُخرّجها؛ وهو يُوقر سا أيضًا الهواء الذي تنفّسه



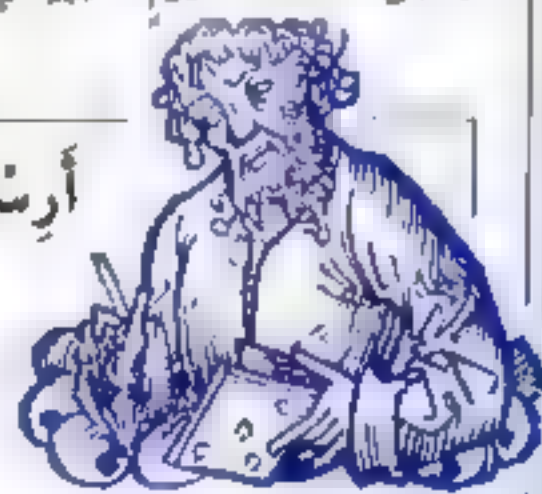
الطّروف على الأرض ثلاثيّة  
تمامًا لأشكال الحياة المختلفة  
- بما فيها الإنسان -

## منظر طبيعي أرضي

منذ ملايين السنين تكوّن حول الأرض جوّ من ثاني أكسيد الكربون وبحار الماء والتّروجين فتكوّن بحار الماء المطر، والمطر كوّن البحار والمحيطات؛ وكلا هذين المظهرين مُهمّان حدّا اليو، حيث يتمّ سائر الماء بين الجوّ والمحيطات فيما يفعل الجوّ كطعمه مُدثرو تبقى درجه الحرارة مُنظمة تقريبًا

## أرسطارخوس

حقيقة أن الأرض تدور حول الشمس حارب القول منذ أقل من ٤٠٠ سنة ويُغري الفضل في ذلك إلى الفلكيّ البولوني، كوبرنيكس، (في القرن السادس عشر)، الذي دحض النظرية القائلة أن الأرض هي مركز الكون. لكن الفلكيّ اليوناني، أرسطارخوس (٣١٠-٢٣٠ ق.م.)، كان سبقه إلى الفكرة ذاتها قبل ذلك بقرون عديدة. فقد اختسب أرسطارخوس الحجم والمسافة السيّن للشمس والقمر مُستخدماً القواعد الهندسية، واستنتج وجوب أن تدور الأرض حول الشمس لأن الشمس هي الأكبر بكثير



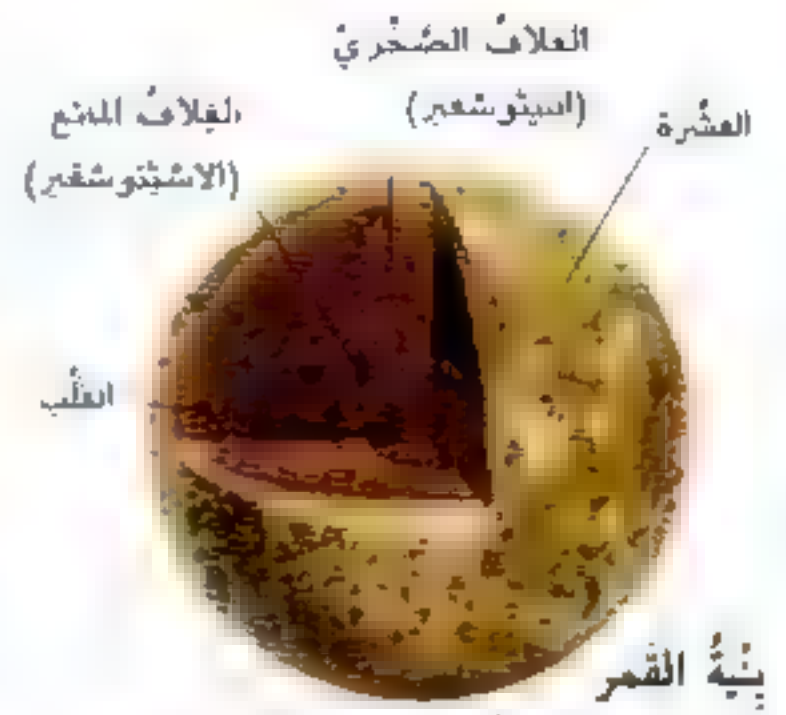
### لمزيد من المعلومات انظر

- تكوّن الأرض ص ٢١٠
- الأرض ص ٢١٢
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- حقائق ومعلومات ص ٤١٨



# القمر

القمر جَارُ الأرض الأقرب في الفضاء - وهو جرمٌ كروي صخريٌّ يدورُ حَوْلَ مَحْوَرِهِ في الوقت نفسه الذي يدورُ فيه حَوْلَ الأرض، وهو يُرافقها في مدارها حَوْلَ الشَّمْسِ. وقد حظي القمرُ بأفضل الدراسات الفلكية للمنظومة الشمسية فقد رُسمت خرائط تفصيلية لجانيه المواجه للأرض مباشرة بعد اختراع المقراب (التلسكوب). وفي الستينيات من القرن الحالي أُرسل عددٌ من السّوابر الفضائية إلى القمر فتحطمت بعضها عليه ودار بعضها حوله. وفي العام ١٩٦٩ هبط أناسٌ عليه ومشوا على سطحه وعادوا بِنمادجٍ من صُخُورِهِ. جميعُ كواكبِ النظام الشمسي، ما عدا عطارد والزهرة، لها أقمارها ويتباين حجمُ هذه الأقمار كثيرًا - علمًا أنَّ قمر الأرض واحدٌ من أكبرها - إذ يبلغ حجمه قرابة ربع حجم الأرض



**بنية القمر**  
اكتشف العلماء أن القمر يحوي قشرةً صلبةً من الحديد والكبريت تحيط به طبقة الغلاف المانع من الصخور المنصهرة خزانًا (الاستنوسيمر) وفوق هذه صفة الغلاف الصخري لحامد (السينوسيمر)، تغطيها قشرة من الصخور العتيقة بالومسيو والكلسيرو

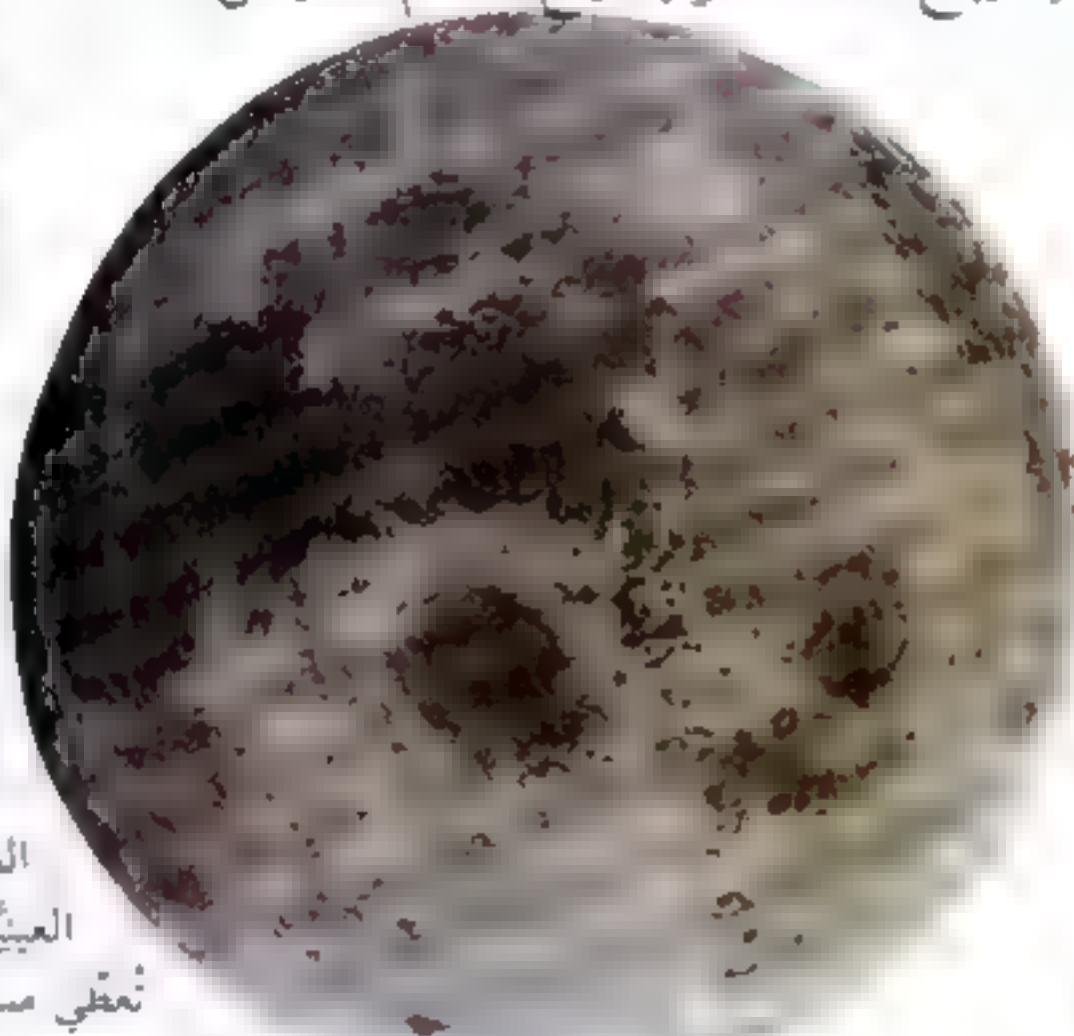


## الهبوط على القمر

لا تزال رحلات تولفو التبع عشرة هي لست والتعبات من لقود العشر حتى لاوخ بين محاولات استكشاف الفضاء هذه الرحلات أنزلت التي عشر رائد فضاء على سطح القمر وأعادتهم سالمين إلى الأرض. وتستخدم سطح الاحبار لتسطحة على القمر والحسن مدرين حوله والعديد من تصور التي انطلقت له في تكوين تصور احادي لسطح القمر

## رصد القمر

يشكل القمر حزام حيداً لملكيين المستدين لأن معدته السطحية يمكن تبنيها بالعين المجردة فالمنع حرة القائمة هي سهول مسطحة تدعى البحار، أما المساحات الأفتح لوناً فهي الجبال. ويمكن حتى بالمناظير الثنائي العينية تبيّن بعض القوّهات البركانيّة التي تغطي مساحات شاسعة من سطح القمر

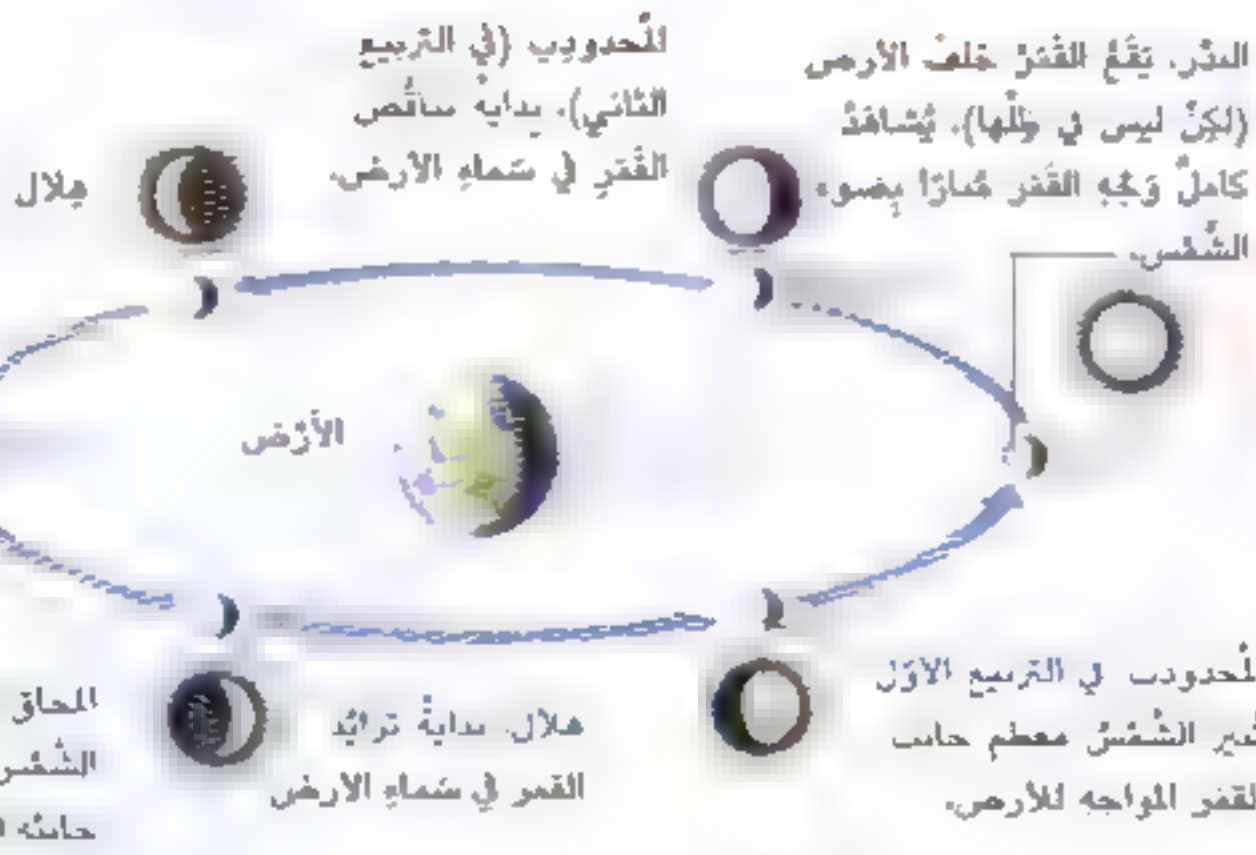


## التنشآت العظيم

لا يعلم الفلكيون علم اليقين كيف تكون قمر بعد يكون اتصال عن الأرض، أو أن الأرض قد أسرته، أو أنه تكون من مواد حوز لأرض في بنية نشأته والإفتراض الرابع، هو نظرية التنشآت العظيم، ومعدّها أن جنت بحجم المريخ ارتطم بالأرض العتيقة، فتكون القمر من اندس ذلك الارطم



لم يتعد سطح القمر إلا قليلاً من ملايين السنين - قبل انعدام الحوز لعدم عوامل النخوية



## الصخور القمرية

عد رواد قمر بحولي ٢٠٠٠ عيّن من الصخور القمرية بلغ وزنها ٤٠٠ كغ تقريباً ومن دراسته هذه العيّنات تكون لدى العلماء بصوّر حديد عن تركيب القمر وباربعه بعض الصخور مثلاً ضهرية نشأت من لابة منصهرة

## أوجه القمر

وعم أن القمر غير مُرّ بداته، فهو أفتح حزم في سماء ليل لأنه يعكس ضوء الشمس حيداً وحلال دورانه حول الأرض شاهد اجزاء متفاوتة القمر من وجهه النهار بالشمس سراوح بين الهلال والبدر فعندها يكون القمر في المحاي لا يعكس حاشه المواجهة للأرض نوراً من الشمس فلا نراه. ويُقاس الشهر القمري بالفترة بين تحاقين متتاليين. وبلغ عمه أيامه ٢٩,٥ يوماً.

## منظر طبيعي للقمر

إذا قمر لك أن تحط على سطح القمر، فسجد عالماً يسوقه لسكون الثام لانعدام الحوز به فلا يمل الضوّر به (ولا يملكك الشمس طبعاً دون برؤ فصائه) تُغطي سطح القمر قوّهات يبلغ اتساع بعضها مئات الكيلومترات، وكان أكثرها قد تكون مد حوالى ٤٠٠٠ مليون سنة عندما ارتطفت بالقمر صخور من الجرام الكويكبي.

## لزيد من المعلومات انظر

- لامواخ والمعدر والثيراب ص ٢٣٥
- النظم الشمسي ص ٢٨٣
- الأرض ص ٢٨٧
- الإنسان في اعضاء ص ٣٠٢
- حقائق ومعلومات ص ٤١٨



# المريخ

المريخ

رسمٌ سمريخ من  
وضع برنيسفال  
لويل



رصد لويل المريخ وعثر سمعه  
السطحية كافية ليجز المياه  
شدها حصاراً مريحية متقدمة



بنية المريخ

مر سمريخ مني منزه قصيره بعد من  
الاصهار لكس، له لم يسن لبعض  
مودة لامل العوض لي مركزه من  
جعل قلبه اصغر من قلوب الكواكب  
الصخرية الأخرى

كوكب وعر

تغطي سطح المريخ معالم مشرة كصحاري  
والجبال العالية والفوهات البركانية العميقة  
والركبان الصخرة وللمريخ قنصوتان  
قطبان حديدتان تتغيران بتغير فصوله  
بذوب ثاني أكسيد الكربون الجليدي  
عنهما صيفاً، كاشفاً سطحاً من  
الصخور القساوية، ويكون ثابته في  
الشتاء

اسم المريخ العام

للكوكب كان الداعي  
لسميته باسم اله  
الحرب  
الأسطوري  
مارس  
(المريخ)

منظر طبيعي  
من المريخ

لو قدر لك الانتقال إلى المريخ،  
فسحبه مكان بارد جد وموحش  
للغاية. جاذبية المريخ هي حوالي نصف  
جاذبية الأرض بما لم يستطع الكوكب شد  
أكثر من جاذبيته إليه. وزعم ذلك فإن  
شرعاب الرياح فيه أحياناً تتجاوز ١٠٠ كم/س،  
باشرة عوصف من العاصف قد يسرع عنه أشهر لسفر

سطح مريخي وعر

سطح المريخ جاف وصحري، بعضه صفة  
من غبار المخمر تتألف كيميائياً من  
أكسيد الحديد الغامق وهي لمادة صفراء  
لي تكسب صحاري الأرض بونها  
المحمر بالحمرة حتى سماء المريخ تبدو  
حمراء وزدنة تأثير دوائف الغبار المتعلقه  
والغاية في جوه

برنيسفال لويل

برنيسفال لويل (١٨٥٥-١٩١٦)

هكس، هكس، هكس

ثري، شفت

بالمريخ وقد

تراءى له خلال

رصد المريخ من

مرصده في أريزون،

بأولاد المتحدة،

أن الكوكب مأهول وأن

احديده هي أنية لحر الماء،

من العلاس المطبقة، إلى لأراضي

الزراعية الجافة. وقد تبين لاحقاً أن ما

تراءى له كان مجرد خداع بصري

فونوس

بدور حوله المريخ قمران صغيران

هما ديموس وفونوس

وسدان من الأرض،

حتى بأقوى ما لدينا من

تلسكوبات، كلفعتين

صوتييتين صغيرتين وقد أصهت

استغل انصافه أنهما حزامان غريب الشكل

ويحوي كلاهما قوحتين بركانية، لكن فونوس

مغطى بالأحاديث أيضاً وهذا القمران أشبه

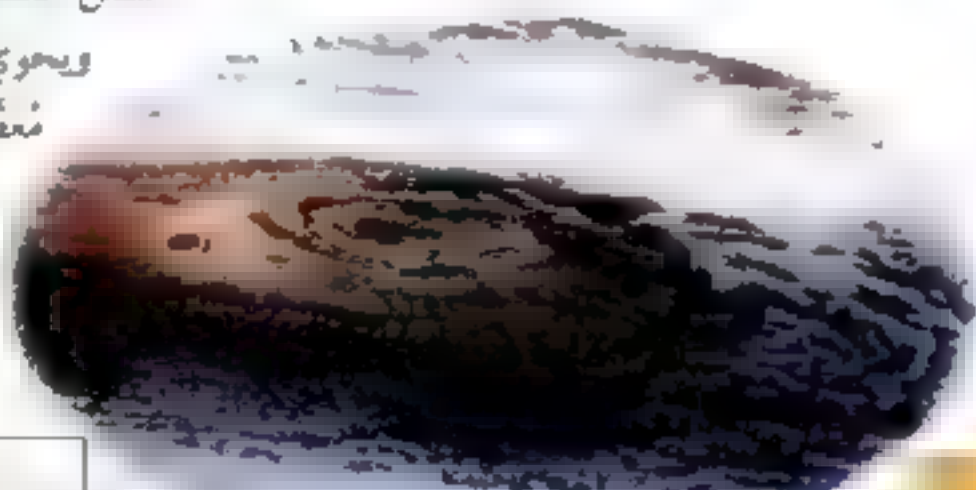
بالكويكبات من عدة أوجه ويعتقد

بعض العلماء أنهم كان من زمرة الحزام

الكويكبي قبل أن يأسرهم المريخ



فونوس، الاسم  
الأسطوري  
لحامد الإله  
مارس (المريخ)



جبل أولمبس

جبل أولمبس البركاني العملاق، ليس أكبر جبل  
على المريخ فقط بل هو أضخم الجبال في  
النظام الشمسي كله - إذ يبلغ قطره قاعدته  
٧٠٠ كم، وارتفاعه ٢٧ كم، أي قرابة ثلاثة  
أصناف علو جبل إفرست على الأرض



المزيد من المعلومات انظر

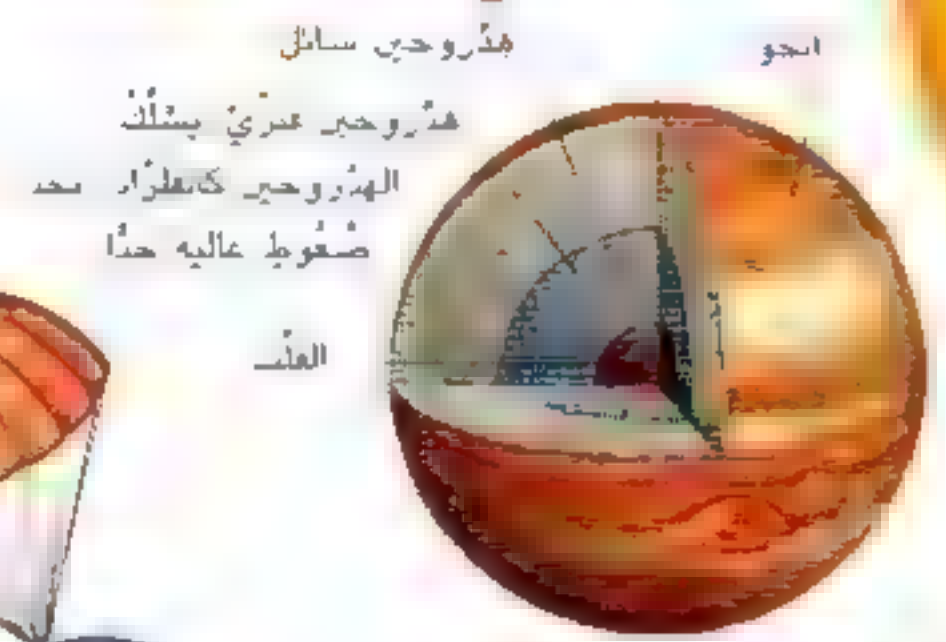
الروايات ص ١٧٦  
الركبان ص ٢١٦  
النظام الشمسي ص ٢٨٣  
الأرض ص ٢٨٧  
القمر ص ٢٨٨  
الكويكبات ص ٢٩٤  
حسابات ومعلومات ص ٤١٨



# المُشْتَرِي

المُشْتَرِي

عملاق الكواكب في النظام الشمسي هو المُشْتَرِي - إذ تزيد كتلته على ثلاثة أضعاف كتل الكواكب الثمانية الأخرى مُجْتَمعة. ويتألف في مُعظمه من غازات وسوائل، أمّا القلبُ فصخريّ وصغيرٌ نوعاً. وحيث إنّ الغيوم الكثيفة في أعالي جو المُشْتَرِي تعكس ضوء الشمس حيناً فهو يُرى ناصع الشّطوع في سماء الأرض ليلاً. إنّ الكثير من معرفتنا حالياً عن المُشْتَرِي تمّ بواسطة بعثات السّوابر الفضائية، التي عبّر أربعة منها على مقربة منه في سبعينيات القرن العشرين؛ كما يدور حوله منذ أواسط العام ١٩٩٧ السّابر الفضائيّ غاليليو. وسيُحقّق غاليليو رصدًا طويلَ الأمدٍ للكوكب، وأقماره، ومجاله المغنطيسيّ القويّ الذي تفوق شدّته شدّة المجال الأرضي ٤٠٠٠ مرّة.



هذروجين سائل

الهيدروجين السائل

هذروجين غازي

الهيدروجين كاتيونات

ضغوط عالية جدًا

القلب

## السّابِرُ غاليليو

من خُفِر أن يكون السّابِرُ الفضائيّ عاكسًا قد بدأ دراسة نفسه للمُشْتَرِي وفصله. في كانون الأول (ديسمبر) عام ١٩٩٥، سافر ٢٢ شهرًا وسدور النسبة المئوية لـ ١٠٠ نسبة جوف المُشْتَرِي عشر مرّة، مما يقدّم مدّةً صغيرًا من خمس حوّه

بدت الضّغطات القلبيّة لجو المُشْتَرِي من شخب الهذروجين والهليوم وبُلولاب الأمونيا المُتجمّدة

## بنية المُشْتَرِي

يُحيط بقلب المُشْتَرِي الصّخريّ الصّغير حصصٌ من الهذروجين سائلا وفُزْرًا. ويُفّرّد هذه حوّه هائلًا الحجم من الهذروجين والهليوم ثماني مرات أكثر من حوّه لأرض. ويهبط درجة الحرارة نحو طبقات نعيم الغلاف إلى ١٤٠٠ ك، ثم تنخفض إلى ١٠٠ ك

## جو المُشْتَرِي

لو قُدّر براند فضاء ان بهبط على المُشْتَرِي، فسكّن ذلك في ابر مع "عوضًا" في حوّه كثيف، عمقه ١٢٨٠ كم، موقّع من بشار والامويّ الصّفاة من الهذروجين والهليوم وسُيُزَوّد اختارُ لحوثيّ عاكس، ماؤن يندب مُشْهرة عن حصص هذا الحوّه

## أقمار المُشْتَرِي

يدور حوّه مُشْتَرِي مجموعة أقمار تُعرف منها حوّه عشرة وقد تُكتشف المزيد منها لاحقًا. ومُعظمها حرّة صغيرة محتمة لا يزيد قطر ابر حد منها على ١٠٠ كم. وقد حُرِب دراسة الاقمار العاليّة الاربع، التي هي الأكثر كُتْبر من أقمار المُشْتَرِي، عن قُرب بواسطة السّابِر الفضائيّ فوّهير ١٦٥ وفوّهير ٢٢

## أيوو

نصف نيو أكثر من صبرا بديل، وهو أحد

أحد الأحرار التي تولّف المطومة السّميّة

استدعاء الاحكام فهو، تأثير قوّه

المُشْتَرِي المدريّة (المدنيّة جروية)، التي

يعمل على احماؤ قلبه، ذو نشاط

نريكيّ وهو أحد جرمين فقط، إلى

حاج لارض، معروفين بـ

نريكيّ باشعة فيها



## غاليليو غاليلي

الفيزيائيّ والفيزيائيّ الإيطاليّ، عالِم (١٥٦٤ - ١٦٤٢)، اكتشف أربعة من أقمار المُشْتَرِي عام ١٦١٠ هي أيو، أوروبا، جانيمنو وكاليستو

أعرف بالاقمار لعالمته وقد سخر غاليليو كشافه لاقاع الناس بأن الأرض ليست مركز الكون، وأنها والكواكب الأخرى تدور حوّه شمس



## العواصف

يستغرق المُشْتَرِي أقلّ من عشر ساعات ليُتمّ دورة كاملة حوّه مخوّه، مُثِيرًا بتدويره السريع هذا رياحًا عاتية وحلال دوران غازات الحوّه حوّل الكوكب تحدث حُرْمَة وتُفَقّ مُنَوّية في عالي الغيوم، وتوَلّد عواصف هائلة، ونذكر أنّ البُقعة الصّخمة الحمراء، التي يفوق حجمها ضِعْف حجم الأرض، هي الإعصارُ الأعظم في النظام الشمسيّ

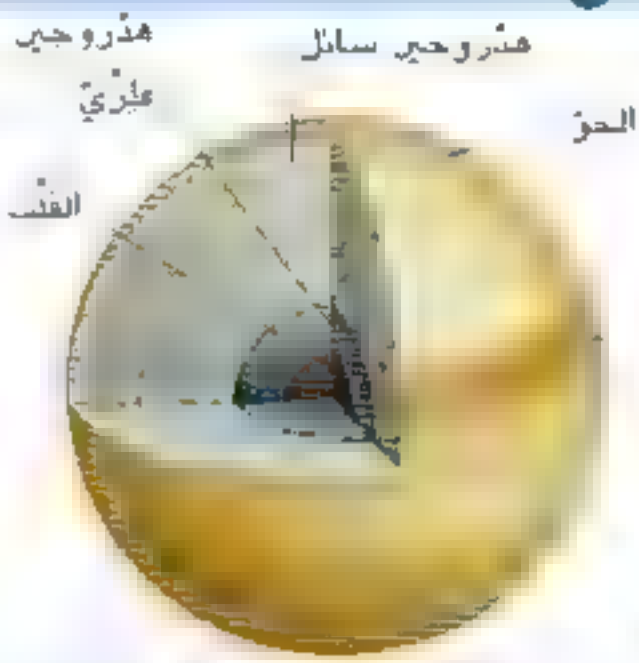
## المزيد من المعلومات انظر

- جو ص ٢٤٨
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- القمر ص ٢٨٨
- السّوابر الفضائية ص ٣٠١
- حقائق ومعلومات ص ٤١٨



## زُحَل

زُحَل



## بنية زُحَل

يُتألف زُحَل من ثلاث طبقات متميزة: بدءاً من قلب مركزي جديدي صخري تُحيط به طبقة من الهيدروجين المعدني، ثم الطبقة الخارجية تتألف من الهيدروجين وهدروم سائلين نحو المركز وغاريين بعيداً عنه.

كوكب زُحَل الذي يبدو، من الأرض، مُجرد جُرم لامع تبيّن أخيراً أنه جوهرة النظام الشمسي. فزُحَل عملاق غازي يشتهر بمطوئته المدهشة من الحلقات الملونة، وهو الكوكب السادس من حيث البعد عن الشمس - إذ يبلغ بُعده صغفي بُعد جاره المُشتري تقريباً. منذ العام ١٦١٠، أخذ الفلكيون يرصدون زُحَل بتلسكوباتهم، لكنهم لم يُجمعوا على تفسير شافٍ لما كانوا يُشاهدون. ولم يُكتشف مدى وتعقيد المنظومة الرُحَلية إلا بواسطة السابرين الفضائيين قوياجير أوائل الثمانينيات من القرن العشرين.



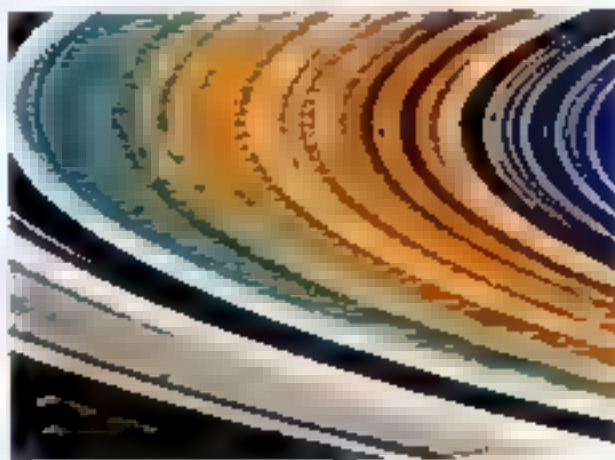
## أرضاً أولية

حين رُصد غاليليو زُحَل عام ١٦١٠ شاهد ثلاثة أجرام مهبل حقاً كان زُحَل كوكباً ثلاثاً. فقد رُصدت سواك دهش الفلكيون لا يرتحل الجرمين الثريين الضعيفين وغير شبيهين. وفي العام ١٦٥٩، بن كريبس هيجر، سبكي لنداسري، مُحقّقاً أن ما كان يشاهده أسلافه هو حلقات زُحَل التي يتغير مظهرها خلال دوران الكوكب حول الشمس.



## الحلقات

كواكب المُشتري وزُحَل وأورانوس ونبتون ذات حلقات، لكن حلقات زُحَل هي الأثني روعة. كثير بعد اسبح الفلكيون، من الأرض، أن تلك الحلقات غير حادة لأنه يمكنهم مُشاهدة سُحوم غرها.



أما سُحُب الغمامة فكنفت أن حجاب زُحَل تتألف من قطع صخرية حلته لا تُحصى بعضها صغر كغبار، وبعضها الآخر كبير كالحملة المصحمة ويرى الفلكيون أن حجاب زُحَل طارئة عليه لا أصيلة فيه، وأنها تكوّنت بارتطام أقمار في مداراتها حوله.

تضار

## النطق الغيمية

تُعدّ الملونة، على سطح حل زُحَل، مُؤشراً من الأمونيا وكيمياء أخرى تكون نُقُصاً حرامّة حول الكوكب أحياناً تُمكن مُشاهدة نُقُص إصليحة في هذه النُقُص هي بانفعل عواصف هوجاء. ففي يوم عاصف في زُحَل قد يبلغ شُرعه رياح ١٨٠٠ كم/سا في أحواله العليا.



## أقمار زُحَل

زُحَل هو صاحب أكبر عدد من الأقمار فقد اكتشف له، من الأرض، أحد عشر قمراً. وسبعة أقمار أخرى من سُحُب الغمامة. وأما كوكب المُشتري فكان أول هذه الأقمار وأكبرها ساتر، المكتشف عام ١٦٥٥ وهو قمر يدعى إيوه اكتشف الذي نُقُص مصحح. ونلاحظ أن عشرة من أقمار زُحَل صغيرة هي أجرام عطيفة لشكل غير مُستطمة.

## خط استواء مُتبع

لأن زُحَل يُدور بسرعة فائقة حول محوره فينتج يومه ١٠ ساعات و ٣٠ دقيقة فقط. وهذا بالإضافة إلى كونه كوكب انقبضة، يُنتج سحابة خط استواء زُحَل وواقع، أن هذا السحابة هو الأثر في السحابة نفسها.



## الكوكب الطقوي

زُحَل أن كُتلة زُحَل تعوق كتلة الأرض بـ ٩٥ مرة، ولا تُعدّ كنهه حجباً جداً بحيث أنه الكوكب الوحيد الأضف من الحجم ثقبه من الماء. وهذا يعني أن زُحَل يظلم في الماء لأن وُزْنه النوعي أقل.

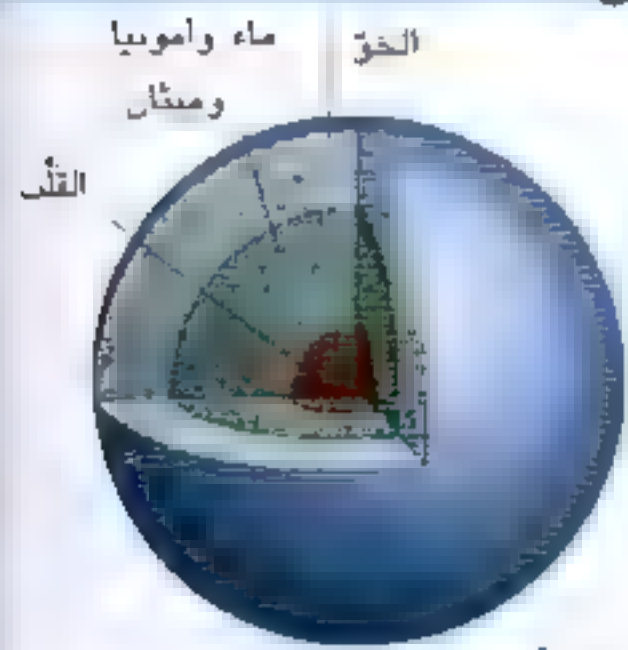
## لمزيد من المعلومات انظر:

- الفضاء والمؤرخ ص ١٢٩
- النظام الشمسي ص ٢٨٣
- الغمر ص ٢٨٨
- السواير الفضائية ص ٣٠١
- حقائق ومعلومات ص ٤١٨



# أورانوس

أورانوس



شدة الفلكيون عند اكتشاف أورانوس عام ١٧٨١ - أول كوكب يُكتشف في العصر الحديث. فقد كانوا يعتقدون أن رُحل هو نهاية النظام الشمسي؛ فجاء اكتشاف أورانوس يُضاعف حجم هذا النظام دُفعة واحدة - إذ إن بُعد أورانوس عن الشمس ضعفا بُعد رُحل عنها. وطلت معلوماتنا شحيحة عن أورانوس بسبب بُعده، حتى عثر على مقربة منه السابر الفضائي فوياجير ٢، فوجدته عملاقًا غازيًا باردًا ذا منظومة قمرية تضم ١٥ قمرًا ويُلْقِي ما لا يقل عن ١١ حلقة سوداء رقيقة القوام.

## بنية أورانوس

يُتَّفَقُ عَلَى أَنَّهُ أورانوس الصحري حوالى زرع كُتْلته وثُلث القلب ضعة من الماء والأمونيا والجليد في خالي السحب والثلج. أما الطبقة الخارجية فتتألف من غازي الهيدروجين والهيليوم.



## الكوكب الأزرق

حتى بأفضل التلسكوبات الأرضية، لا يبدو أورانوس أكثر من كُرة عارية صافية رقيقة، لأن المبدأ في حوه يعكس نوبي ضوء الشمس الأزرق والأحمر. وقد بدا الكوكب غير كميرات فوياجير ٢٠٠ أيضًا كُرة عديمة المعالم لكن المعالجة الحاسوبية للصور أظهرت أحيانًا سُحُبًا بضاء من بلورات الميثان المُسحَّقة تحملها الرياح حول الكوكب.



## سطح أورانوس

لا ترفع درجة الحرارة على سطح أورانوس فوق -٢١٩° مع أن حوه يقل ما سقتر من الحرارة حوايه، لأن ما يستقبله الكوكب من ضوء الشمس أقل بحوالي ٣٧٠ مرة من يستقبله الأرض. وإذا قُدر لرائد أن يزرع أورانوس، فسحبه بارد جدًا، وهو قد يعوض في جوف الكوكب انخافض المؤلف من الهيدروجين والهيليوم والميثان.

## تيتانيا

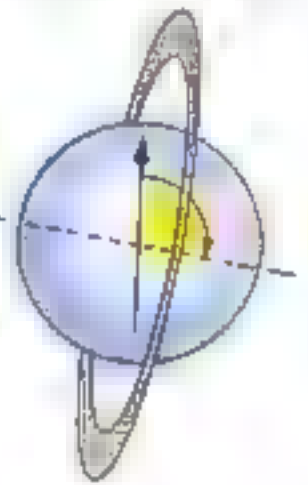
أقمار أورانوس أحرام قائمة من الصخور والجليد وسُحُب. يدي يغطي سطحه دودة عميقة وقوهدت ثركاته. هو أكثرها



## أقمار أورانوس

حصة من أقمار أورانوس خمسة عشر كُست من الأرض. أما عشرة الأصغر، فقد كُستها كميرات فوياجير ٢٠٠ عام ١٩٨٦. أمثال أقمار أورانوس تُدعى أوريون وهو سدور على بُعد ٥٨٦٦٠٠ كم من الكوكب.

أقمار أورانوس وخلفته تدور حول وسط الكوكب.



## كوكب مُجنَّب

يسمى أورانوس قديم على حاده ويُعتقد أن مله هذا حدث خلال تجمع بضع القطع لصاحبه التي كُوتت.

## صفحة من مذكره هرشل

## اكتشافات علمية

## ١٧٨١ اكتشاف أورانوس

لم يُكُن الفلكي الألماني، ولهم هرشل، يبحث عن كواكب لكن أثناء مراقبة روتينية في ١٣ آذار (مارس) عام ١٧٨١ اكتشف أورانوس هذا الاكتشاف جعل الفلكيين يعتقدون بوجود كواكب أخرى غير مُكتشفة. ١٨٤٦ اكتشاف نيوتن احتسب موقع نيوتن لعدم انطواء في حركة أورانوس فجرى البحث عنه حيث نُقِمَ وجوده وقد نجح بتحقيق ذلك جوهان جالي من ألمانيا في ٢٣ أيلول (سبتمبر) عام ١٨٤٦. ١٩٣٠ اكتشاف بلوتو الأمريكي كلايد تومبوك اكتشف بلوتو عندما كان يُقارن صفايح هوتوغرافية في كانون الثاني (يناير) عام ١٩٣٠.

## لمزيد من المعلومات أنظر

النظام الشمسي ص ٢٨٣  
رُحل ص ٢٩١  
بنوت ويلو ص ٢٩٣  
السابر الفضائي ص ٣٠١  
جداق ومعلومات ص ٤١٨

يسمى ميراند، أحد أقمار أورانوس. كمرح عشوائي من القوهدات العميقة والجرف الشاهقة والسهول المنسطة وهي في مُعظمها بني قديمة لكن من المدهش أن بعضها أخذت عهدًا بكنيز.



# نِيتُون وِپْلوتو

پْلوتو

نِيتُون



بِنِيتُون

يختلف تركيب نيتون اختلافًا كبيرًا عن تركيب كوكب  
إحارحته الأخرى. فكذلك نوحى بأن له قشرة صخرية  
وسطح الكوكب طبقة من صقيع الميثان قد  
تكون عصاة لظهور ميثان جليديّ فوقها

پْلوتو

پْلوتو، أصغر كواكب النظام الشمسي، لم تبلغ  
سوى الاستكشاف بعد، والمعروف أن له قمرًا  
وحيدًا يُسمى شارون يبلغ حجمه حوالي نصف  
حجم الكوكب. وهو قريب من نوع هذا يجعل  
من العسير فصل الجزئين بعضهما عن بعض عندما  
يُرى من الأرض

سطح پْلوتو

إذا قُترِ إِرانيدي سَيَ الحطّ الهبوط على  
پْلوتو، فَيُحَدِّثُ عالمًا مُتَجَمِّلًا مُوحِّشًا  
حالكًا الظلمة. يبعد پْلوتو عن الشمس  
قُرابة أربعين مرّة ضعف بُعد الأرض  
عنها، لذا قد تبدو الشمس منه مُحرّرة  
بخمر شديد الشطوع فقط



المدارات

بدور پْلوتو بشكل قريب - فمداره أكثر  
مُلا وأكثر استطالة من مدار أي كوكب  
آخر. في نوافع، يكون پْلوتو، في جزء من  
مداره، أقرب إلى الشمس من نِيتُون،  
بحيث يكون نِيتُون أبعد كوكب في النظام  
لشمسيّ خلال تلك الفترة

لمزيد من المعلومات انظر

النظام الشمسي ص ٢٨٣  
أورنوس ص ٢٩٢  
استوارز انصاف ص ٣٠١  
حقائق ومعلومات ص ٤١٨

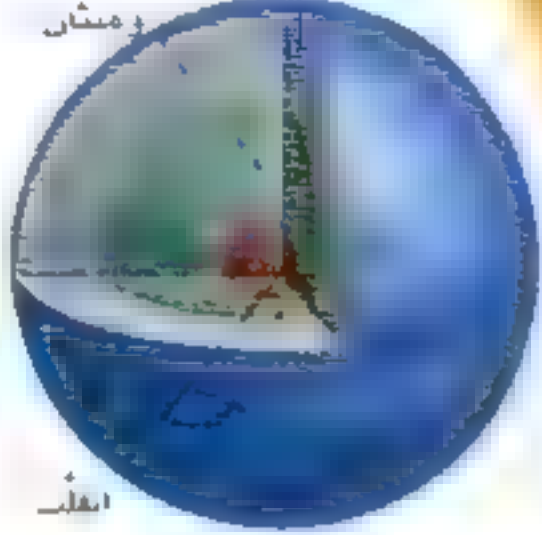


الكوكب العاشر

يُظنّ بعض الفلكيين أنه قد يكون هناك كوكب  
عاشر في النظام الشمسيّ ويعود هذا إلى كون  
حدثه پْلوتو وحده لا تُعَدُّ مُعطى مداريّ أو نوس  
ونِيتُون - مما يُفترض وجود جرمٍ أعظم كتلة بينهما  
حول المَسارين اللذين  
يتحد بهما

يعتقد العلماء أن كتلة النظام  
الشمسيّ المحسّنة أكثر من الكتلة  
البقية فلكيًا اليوم.

الحق ماء وامونيا



بِنِيتُون

نِيتُون ذو قُب صخريّ ضئيل يُحيط به  
حُصَم من الماء ولامونيا والميثان  
وبدأ قُرّة من هيدروجين وهيليوم  
وغازات أخرى يُكسب الكوكب  
لونه اللامع برؤفة

نِيتُون

يُرى صور فوياجير أن نِيتُون كوكب أزرق  
رُفُفهُ شُحِبَ ببصاء من پْلورات الميثان  
الجليدي. أمّا البقعة السوداء العظيمة في  
بضف الكرة الجنوبي من الكوكب فهي  
في الواقع عاصفة ضخمة تدور حول



مريخ احذ  
اقمار نِيتُون

اكتشف من الأرض ثلث من اعمار  
نِيتُون هما براننور ومريخ  
أما الشمس الأخرى  
فكتشفها  
فوياجير ٢٠

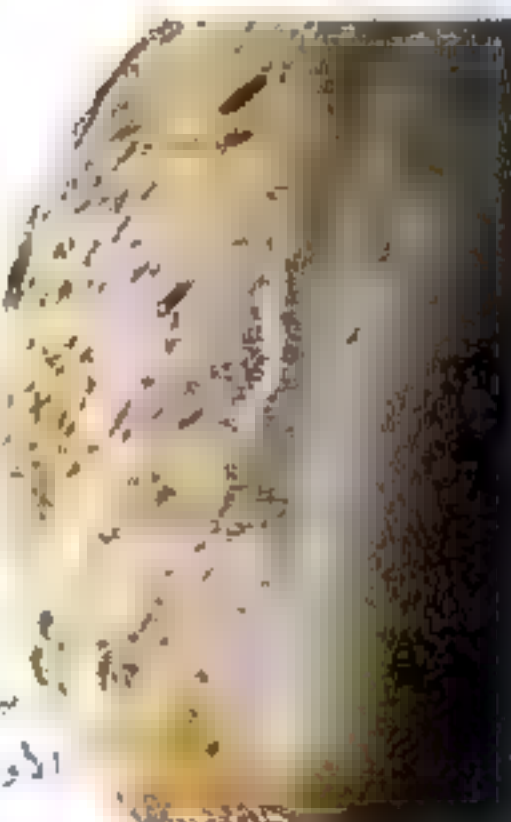


سطح نِيتُون

السطح على نِيتُون تحدته  
عوصف من جرم مثله مثلاً  
لقد سُخِلَت الشمس بصفته  
فوجير شرع رياح على نِيتُون  
عوقى بصر - بعد  
٢١٦٠ كم

اقمار نِيتُون

بصف كره نِيتُون، احذ  
اقمار نِيتُون لثلاثة  
مُحيطين حذا فقط  
لجنوبي يحوي بر كس  
بسطعة وفلسفة مرتفعة من  
لتروحين والحلقة لشمسي،  
ببما قطع شمسي مُرَرٌ كثير  
الأودية الصخرية





هل تعلم أن هناك ملايين الأحرار السيّارة فعلاً في مداراتها حول الشَّمْس؟ وإلى جانب الكواكب التسعة «الحقيقية»، هناك بضعة ملايين من الكويكبات - التي هي قطعٌ صخرية تتراوح أحجامها من بُتَيْ دقيقة من الغبار إلى قطع يبلغ قُطر بعضها صمغ منب من الكسومترات - وبدورٍ معظم هذه الكويكبات في نطاقٍ مداريٍّ بين مداري المريخ والمُشتري، وتسلُك كويكباتٍ أخرى مداراتٍ مُحلقة. فمِنَ القرن الثامن عشر بدأت الأدلَّة تنوَّاهُ لدى فلكيين على وُحود عالمٍ ضائع بين المريخ والمُشتري. فبدأت حملةٌ لتفحّش باكتشاف الكويكب الأول والأكبر، سيريس، صدقة عام ١٨٠١ وقد تمَّ حتى اليوم فهرسةٌ وتحديدُ مواقع أكثر من ٥٠٠٠ كويكب.

(أو الحزام) الكويكب

که که از محدوده پاره بگرفتند از آن اشخاص  
معه را بگرفتند

## مَدَارَاتُ الكُويكَبَاتِ

نُعْظَمُ الْكُوكِبَاتُ بَدَارُ حَوْلِ شَمْسٍ فِي النِّصَافِ الْكُوكِبِيِّ، فَمَا بَدَارُ  
مَحْمُودَاتٍ اصْغَرُ حَيْثُ فِي مِدَارِ مَحْبُوبَةٍ دَاخِلُوعَةِ اَبْشُرُودَةِ سَحَرُ  
عَلَى مِدَارِ شَمْسٍ بَعْدَ بَعْضِهَا مَامِدَ وَبَعْضِهَا الْاُخَرُ حَيْثُ مَا رَأَوْ  
الْكُوكِبَاتِ الْاَبْشُرُودَةِ فَمَا رَأَوْهَا تَدَاخُلُ مَعَ مِدَارِ الْاَرْضِ وَبَدَارُ كُوكِبُكَ مَا حَتَا  
تَدْعَى شَمْسُ مِدَارِ رَحْلٍ وَبَدَارُ شَمْسٍ وَهُوَ عَلَى ذِيكَ اَتَعَدُّ مِنْ شَمْسٍ بِسُفْ  
مِنْ اَحَدٍ لَا اُخَرُ

## الصورة الكويكبية الأولى

حتى العزم ١٩٩١. طُلت دراسة الكتاب بعد  
إبـ على المستويات (المستويات) لا حصة  
في من الأول (الثاني) من تلك سنة  
محمد شاهر المصري، عرفت في حقه  
أنه المُنشئ في كتابه على حاسب شخصي  
على حدة مطبوع الكتاب.  
وصور الكتاب في الأوس  
الموجودة عن قديم (أحد) الكتاب  
ووجدته هو كوكب صغير على سطحه  
الكتاب، سبع عقد ١٦ سنة بعد حو-  
لحده سنة ١٩٩١ حدة ثمانية ساعات

## أحجام الكويكبات

قطع المكنون اجاب حجم كوكب قمره اسه  
 ضومه (ك ما عكف من صو، من)،  
 من من غيرة له حظه حجم قمره،  
 بحسب الحاشية في حيز من الاصل ك  
 الكوكب حجمه من من وسبق فطر  
 ٩٣٣ م، ك غائبة لا بعدى ١٠٠  
 اكثر منه، بالحدود، من  
 من طحات استجاب  
 (في لولاب المتحدة)

## تسمية الكويكبات

تُرجم لتوحيكات العبدية يؤذ، وتُسقى  
 لاحقاً حسب اقتراحات فكتشفيها.  
 ١٨٠١ اكتشف الكويكب الأول فأعطى  
 الرقم ١ وسُمي ميريس.  
 ١٨٩١ أول كويكب اكتشف بالتصوير  
 رقمه ٣٢٣ وسُمي تروسا  
 ١٩٧٧ اكتشف الكويكب رقمه ٢٠٦١  
 وسُمي سيرون مارد بعد مدبر  
 معروف كويكب  
 ١٩٨٣ أول كويكب اكتشف بواسطة  
 سمة فضائه رقمه ٣٢٠٠، وسُمي  
 سيد

## إليانور هيلن

فصبت بغيره ما نور هي عذة سواب  
بكتف الكوكبات وبرنة حراصب  
حافضة بنت ابي كاس صبرت من الارض  
بمحل هي في كاسورنا حيث يقوم مدراسه  
مدفنه في حجاب القوم عرفانه، راحة بين  
البحوم عن كوكبات حذره ونسجل  
المحرك اسرع سبنا لكوكبات فحة حافظة  
من بحوم حذره على  
لوحات قويعرافة  
قدمه على  
بشكوت  
حافضة



# المذنبات والنيازك

يبدو المذنب ككرة ثلج هائلة مُتسخة تندفع خاطئة طريقها كالسُرّ حول أَرْضِيْ نَمْطُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ إِنْ تَقَابَا الشَّحَدَةُ الَّتِي كَوْنَتِ النُّظُمِ الشَّمْسِيَّةِ الْخُصَاحِدَةُ مَا وَرَاءَ مَدَارِ بَنُومُو، تَحْوِي بِلَايِيْسَ الْكُتْلَ الْحَبِيدَةِ الْمَعْرُوفَةَ بِمُذْنَبَاتٍ. وَمِنْ حِينِ لَأَحَرِ يَنْزَاجُ أَحَدُهَا عَنْ مَدَارِهِ، سَبِيحَةُ أَرْضِيْ، إِلَى مَسَارٍ نَحْوِ الشَّمْسِ حَيْثُ يَسْتَحِرُّ الْحَبْدُ مُكَوَّنَ رَأْسٍ صَحْمًا وَدَنًا طَوِيلًا وَحَلَالٍ أَطْلَاقَهُ، يَقْطُرُخُ الْمُذْنَبُ شَعَفًا صَغِيرَةً، تُشَاهِدُ مِنَ الْأَرْضِ شَهْنٌ صَوْتِيَّةٌ تُدْعَى الْبَارِكُ وَالْمُتَلَكِّيُونُ تَوَافِقُونَ لِلْحَصُولِ عَلَى عَيَّةٍ مِنَ مُذْنَبٍ لَأَنهَا سَنَكُونُ بَيِّنَةً دَلَالِيَّةً مِنْ مَوْلِدِ النُّظُمِ الشَّمْسِيَّةِ.



مُذْنَبٌ وَشَدَّ شَدَّ  
بِذَا ١٢ - رَس  
عَامَ ١٩٧٦

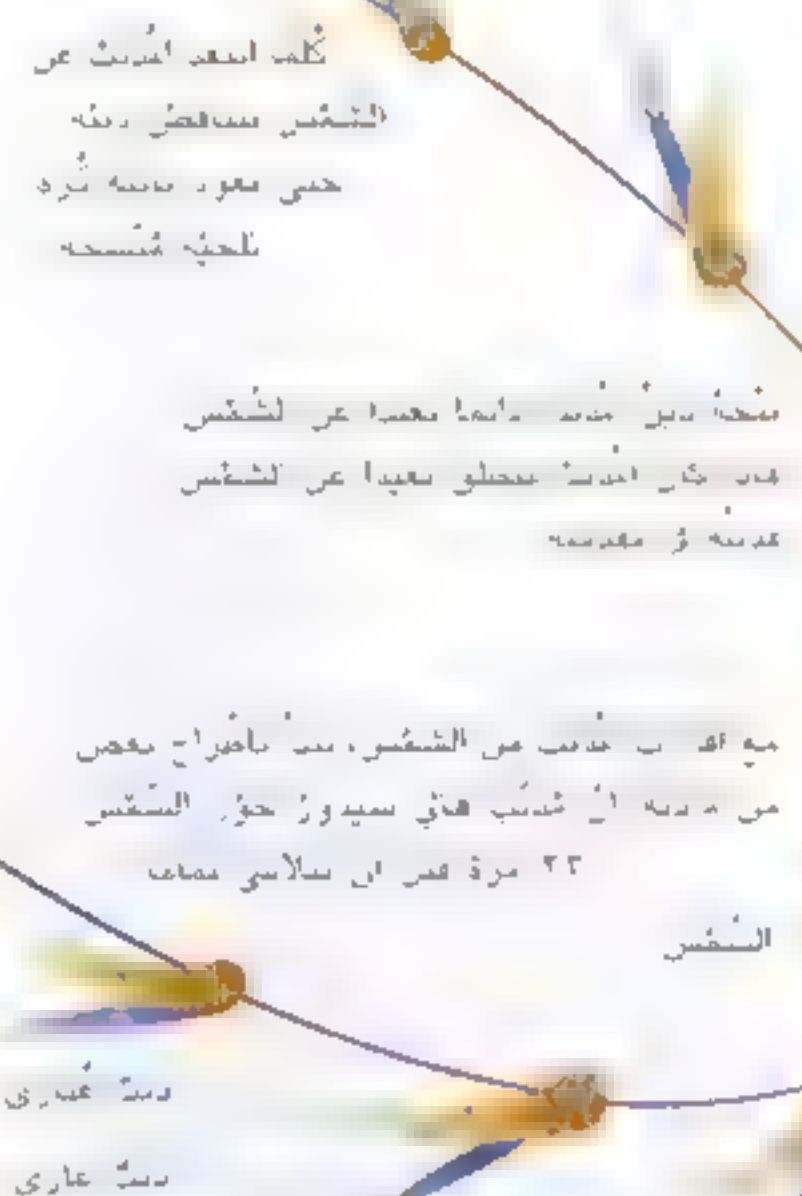
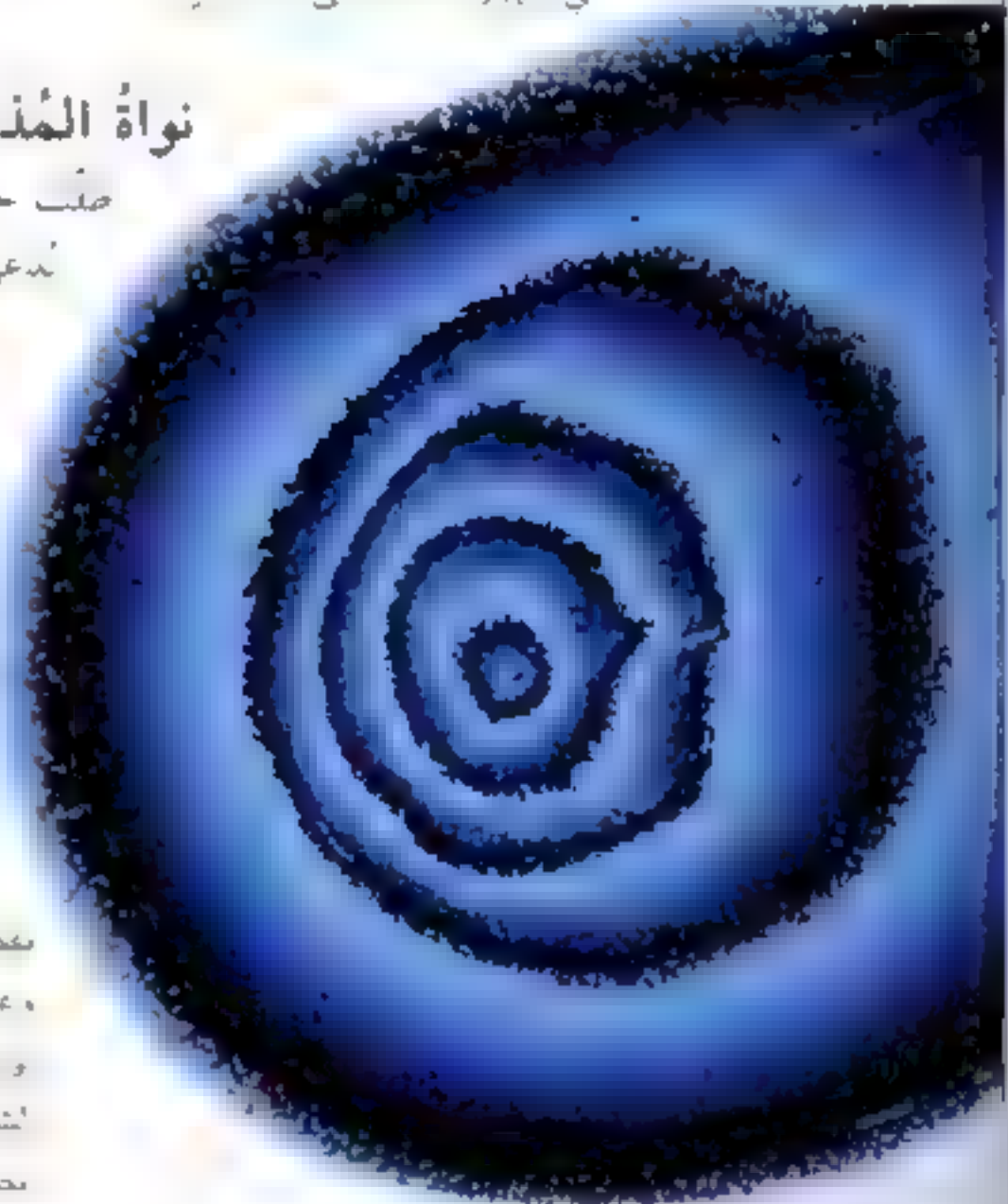


نَحْوَمُ شَغْرَابِيَّةِ

مُذْنَبٌ جَدِيدٌ وَشَدَّ عَلَى مَدَى زَاكَ الشَّمْسِ الْخُصَاحِدَةُ مَا وَرَاءَ مَدَارِ بَنُومُو، تَحْوِي بِلَايِيْسَ الْكُتْلَ الْحَبِيدَةِ الْمَعْرُوفَةَ بِمُذْنَبَاتٍ. وَمِنْ حِينِ لَأَحَرِ يَنْزَاجُ أَحَدُهَا عَنْ مَدَارِهِ، سَبِيحَةُ أَرْضِيْ، إِلَى مَسَارٍ نَحْوِ الشَّمْسِ حَيْثُ يَسْتَحِرُّ الْحَبْدُ مُكَوَّنَ رَأْسٍ صَحْمًا وَدَنًا طَوِيلًا وَحَلَالٍ أَطْلَاقَهُ، يَقْطُرُخُ الْمُذْنَبُ شَعَفًا صَغِيرَةً، تُشَاهِدُ مِنَ الْأَرْضِ شَهْنٌ صَوْتِيَّةٌ تُدْعَى الْبَارِكُ وَالْمُتَلَكِّيُونُ تَوَافِقُونَ لِلْحَصُولِ عَلَى عَيَّةٍ مِنَ مُذْنَبٍ لَأَنهَا سَنَكُونُ بَيِّنَةً دَلَالِيَّةً مِنْ مَوْلِدِ النُّظُمِ الشَّمْسِيَّةِ.

## نَوَاةُ الْمُذْنَبِ

صَلَبَ حَقِيقَةُ نَوَاةِ الْمُذْنَبِ مَحَلَّيْنِ الْخُصَاحِدَةُ مَا وَرَاءَ مَدَارِ بَنُومُو، تَحْوِي بِلَايِيْسَ الْكُتْلَ الْحَبِيدَةِ الْمَعْرُوفَةَ بِمُذْنَبَاتٍ. وَمِنْ حِينِ لَأَحَرِ يَنْزَاجُ أَحَدُهَا عَنْ مَدَارِهِ، سَبِيحَةُ أَرْضِيْ، إِلَى مَسَارٍ نَحْوِ الشَّمْسِ حَيْثُ يَسْتَحِرُّ الْحَبْدُ مُكَوَّنَ رَأْسٍ صَحْمًا وَدَنًا طَوِيلًا وَحَلَالٍ أَطْلَاقَهُ، يَقْطُرُخُ الْمُذْنَبُ شَعَفًا صَغِيرَةً، تُشَاهِدُ مِنَ الْأَرْضِ شَهْنٌ صَوْتِيَّةٌ تُدْعَى الْبَارِكُ وَالْمُتَلَكِّيُونُ تَوَافِقُونَ لِلْحَصُولِ عَلَى عَيَّةٍ مِنَ مُذْنَبٍ لَأَنهَا سَنَكُونُ بَيِّنَةً دَلَالِيَّةً مِنْ مَوْلِدِ النُّظُمِ الشَّمْسِيَّةِ.



كُلَّمَا ابْعَدَ الْمُذْنَبُ عَنْ  
الشَّمْسِ يَبْدَأُ قَطْرَ دَنِيَّةِ  
حَسْبِ مَعْدُومَةِ بَنِيَّةِ تُرْدِ  
لِلْعَيَّةِ مُتَسَخِّخَةً

مُتَسَخِّخَةً دَنِيَّةِ مُذْنَبٍ دَانِيَّةً مَعْدُومَةً عَنْ الشَّمْسِ  
فَدَانِيَّةً كَرَامَتِيَّةً يَحْطُوْنَ مَعْدُومَةً عَنْ الشَّمْسِ  
عَدَمِيَّةً وَ مَعْدُومَةً

مَعْدُومَةً عَنْ الشَّمْسِ، يَبْدَأُ بِأَضْرَاجٍ بَعْضِ  
مِنْ مَعْدُومَةٍ أَلْ شَدَّ هَذِي سَمِيدُورُ حَوْرِ الشَّمْسِ  
٢٢ مَرَّةً قَبْلَ أَنْ يَبْلُغَ مَقَامَهُ

دَنِيَّةٌ مُعْدُومَةً  
دَنِيَّةٌ مُعْدُومَةً



حَلَالٍ شَهْرٍ أَلْ مِنْ  
قَلَّ عَدَمٌ، مَعْدُومَةً لَأَرْضِ  
بَضَافًا مِنَ الْقُدْرَةِ، هُوَ  
مَادَّةٌ مِنْ بَقَاةِ مُذْنَبٍ  
سَوَقَتْ بَانِيَّةً  
مُعْدُومَةً دَنِيَّةً وَارِدَ  
أَسْهَبُ الْخَرَسَاوُسِيَّةِ

## وَابِلُ شَهْبِ

يَدْخُلُ الْمُذْنَبَاتُ كَمَا أَنَّهَا مَعْدُومَةً مِنْ أَرْضِ وَ بَعْضِ، يَحْجِغُ مِنْهَا عَلَى  
مَدَى قُرْبِهِ لَأَنَّهُ سَبِيحَةُ صَحْمَةٍ قَدَرِ مَرَاتٍ لَأَرْضِ  
عَبْرَ سَبِيحَةِ صَحْمَةٍ، يَحْجِغُ أَعْدَا فِي حَقْدِهِ، فَرِي  
دَنِيَّةً مِنَ الْأَرْضِ وَ بَلَّ مُنْهَبٍ سَبِيحَةٍ



خَفَرَةُ رُخْصَةِ وَ بَنُومُو،  
بَالَوْنَاتُ مُتَحَدَّةِ

## الرَّجْمُ وَالْبَارِكُ

رَأْسُ نَمْطُومَةِ الشَّمْسِيَّةِ الْخُصَاحِدَةُ مَا وَرَاءَ مَدَارِ بَنُومُو، تَحْوِي بِلَايِيْسَ الْكُتْلَ الْحَبِيدَةِ الْمَعْرُوفَةَ بِمُذْنَبَاتٍ. وَمِنْ حِينِ لَأَحَرِ يَنْزَاجُ أَحَدُهَا عَنْ مَدَارِهِ، سَبِيحَةُ أَرْضِيْ، إِلَى مَسَارٍ نَحْوِ الشَّمْسِ حَيْثُ يَسْتَحِرُّ الْحَبْدُ مُكَوَّنَ رَأْسٍ صَحْمًا وَدَنًا طَوِيلًا وَحَلَالٍ أَطْلَاقَهُ، يَقْطُرُخُ الْمُذْنَبُ شَعَفًا صَغِيرَةً، تُشَاهِدُ مِنَ الْأَرْضِ شَهْنٌ صَوْتِيَّةٌ تُدْعَى الْبَارِكُ وَالْمُتَلَكِّيُونُ تَوَافِقُونَ لِلْحَصُولِ عَلَى عَيَّةٍ مِنَ مُذْنَبٍ لَأَنهَا سَنَكُونُ بَيِّنَةً دَلَالِيَّةً مِنْ مَوْلِدِ النُّظُمِ الشَّمْسِيَّةِ.

## إِدْمُونْدُ هَالِي

عَمِلَ الْعَالِمُ لَأَكْلِيَّةِي،  
دَفُونْدُ هَالِي (١٦٥٦  
١٧٤٢)، فِي عَدِهِ  
مَحَلَّاتٍ مِنَ الْأَبْحَاثِ  
فَلَكِّيَّةٍ، كَنَدَةِ الْمُنْهَبِ  
حَاصِلَةٍ بِأَحْثَانِهِ حَوْرِ  
الْمُذْنَبَاتِ الشَّمْسِيَّةِ



حَاصِلَةٍ بِأَحْثَانِهِ حَوْرِ  
الْمُذْنَبَاتِ الشَّمْسِيَّةِ  
١٦٥٦ وَ ١٦٧٧، وَبَعْدَ ذَلِكَ مِنْ مَعْدُومَةٍ مَحْصَنَةٍ  
عَامَ ١٦٨٢، هِي فِي الْوَقْعِ الْمَذْنَبُ سَبِيحَةٍ، وَبَلَّ  
بَعْدِيَّةٍ وَآخِرَ عَامَ ١٧٥٩، وَهَذَا مَحْصَنٌ بِمَعْدُومَةٍ  
لَمَّا صَبَرَ مُذْنَبٌ بَعْضِ فِي الْأَعْوَامِ ١٨٣٥.  
١٩١٠ وَ ١٩٨٦، وَيُتَوَقَّعُ مُذْنَبُ هَالِي وَكَانَ  
هَالِي وَبَلَّ مِنْ بَيْنِ الْمَعْدُومَةِ بَعْضِ الْمُذْنَبَاتِ  
بَعْدَ دَوْرٍ أَلْ حَوْرِ الشَّمْسِ

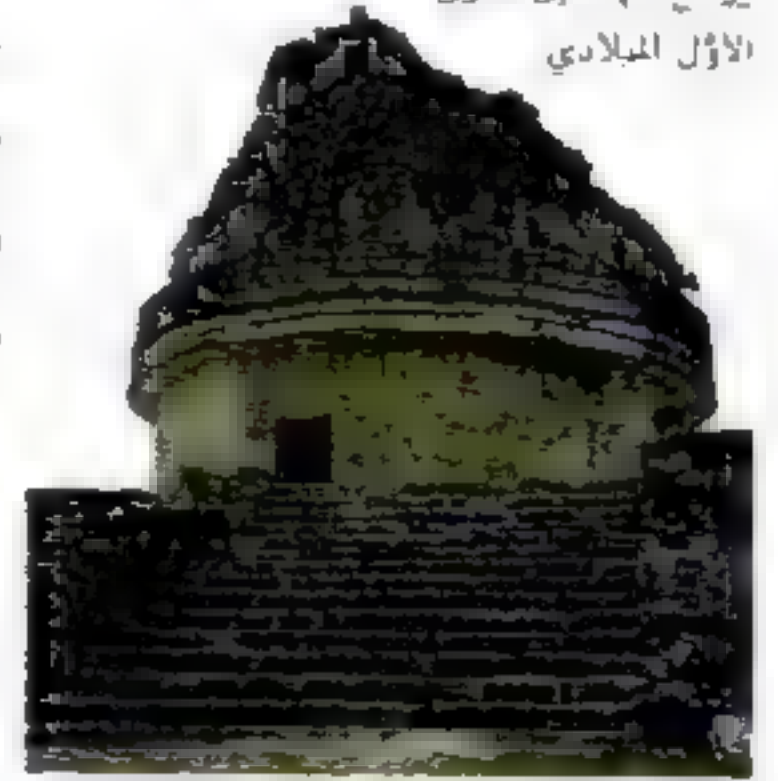
## لَمْرِيْدُ مِنَ الْعُلُومَاتِ الْبَطَرِ

لَمْرِيْدُ سَمِيَّةٍ ص ٢٨٣  
بَحْرِيَّةٌ ص ٢٩٤  
حَقَائِقُ وَمَعْلُومَاتُ ص ٤١١



# عِلْمُ الْفَلَكِ

مؤسسة الملك في مكسيكو  
يرجع عهده إلى القرن  
الأول الميلادي



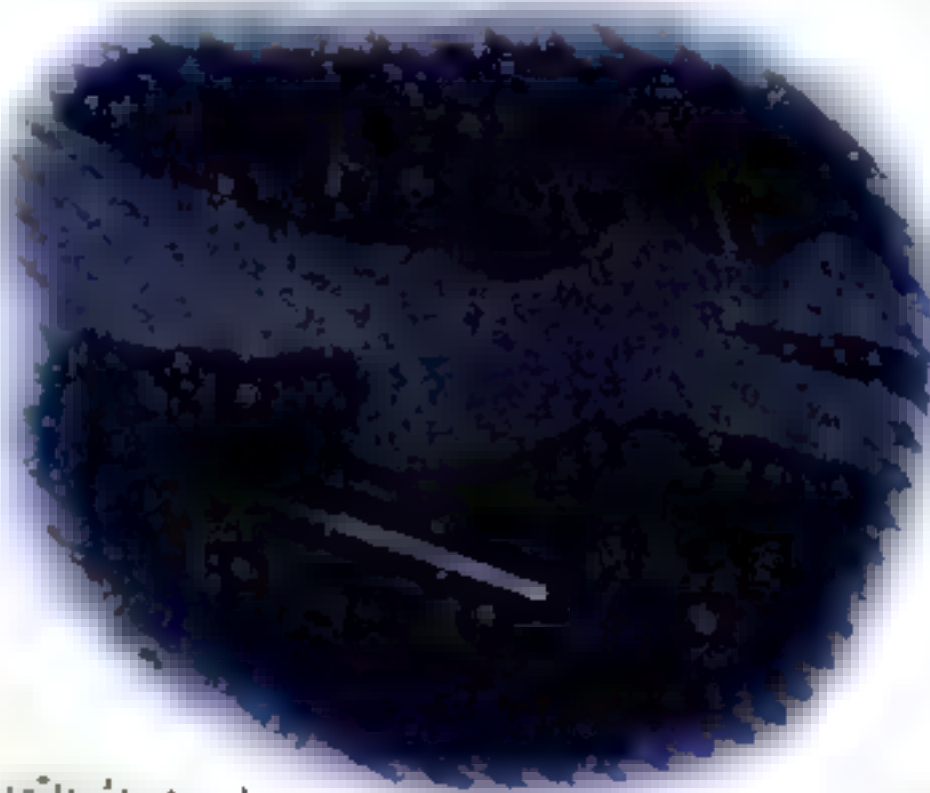
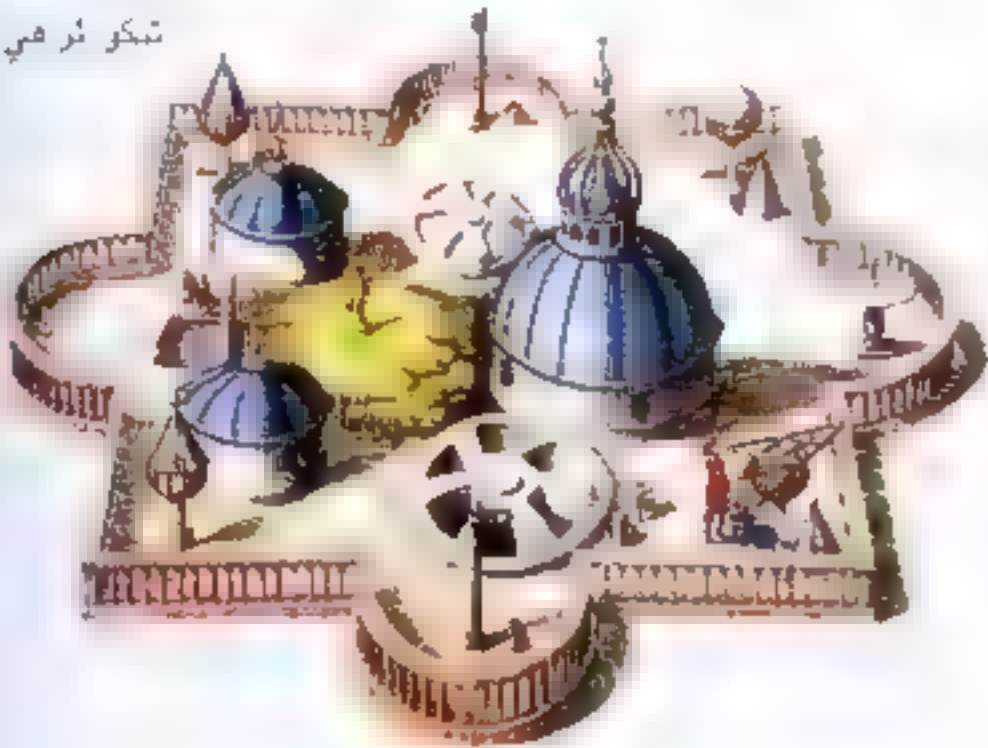
## عِلْمُ الْفَلَكِ الْقَدِيمِ

اعتمدت الحضارات القديمة المدينة في تقويمها على حركة الأجرام في السماء. فاستخدمت قوافل الشمس والقمر في رسم الأتار والهجور والفصول وليس كما استخدمت الشمس والقمر وحدهما مع عدم هدايته في سفره وسلاحه راء وبحرا وبما كان أدراك طبعه من الاحكام وحركاته وصراعه بعض ظواهره يمكنه حساب تدوير شمس



علم الفلك أقدم العلوم، فمنذ آلاف السنين حاول الإنسان تعرّف الفضاء وموقع الأرض فيه. وقد طوّز المصريون منذ ٤٠٠٠ سنة تقويماً يعتمد على حركة الأجرام السماوية - كما عرفوا الكسوف والخسوف. وقد حقق الإغريق منذ القرن السادس ق.م. إنجازات فلكية على يد أمثال طاليس وأرسطارخس واراتوشيس طوّرها الفلكيون العرب من أمثال البتاني والبيروني فيما بين القرنين الثامن والثاني عشر، كما يتّين من مئات التسميات الفلكية الدولية المعاصرة. ومنذ القرن السابع عشر تسارعت وتيرة الاكتشافات الفلكية حتى إنّ ما تعرّفناه عن الكون خلال القرن الحالي يفوق سائر ما عرفناه سابقاً. فقد أصبح الفلكي اليوم عالماً مختصاً بمحيط من علم الفلك لا شخصاً يعمل في مجالات علمية متعددة.

مرصد  
تلكو نومي



## استخدام التقنيات (التكنولوجية)

دار الفلكيون عدة يعتمدون على ما يشاهدونه بالعين المجردة. وفي القرن السادس عشر وضع تلكو نومي من مرصده أدق القياسات يمكنه تلخيصها بالعين المجردة ثم استخدمه تلسكوب للمرة الأولى في القرن السابع عشر. وظل على مدى السنين دار الفلكيين الأساليب والنظم لتسجيل الملاحظات الخاصة بغيره وشوئيل وشوئيل بفضائه، على اختلافها، جميع المعلومات عن الفضاء ومن ثم استخدمه العلماء كعندب لغيره كعندب لدراسة معلومات مختلفة

## أهداف جديدة طموحة

خلال القرن التاسع عشر تغير هدف علم الفلك فبحول اهتمامه فلكيين من فهرسة شخوص وتحديد موقعها وحركتها التي دراستها مباحة الأجرام الفلكية وصنعها (علم شمس فلكية) فهي كتاب من القرن التاسع عشر. ختل فلكي الرياضيات، ونسب هيجر، صواء شخوص (الأصاف)، وشروع ما كتر من فلكيين جهودهم في دراسة هدف لعمل، فاستمروا شخوص سغا لأطرافها

## شمس الفلك

الحواسيب في تحليل  
الطور واجبات المدارات  
وتحكم في المقادير المختلفة  
كالشكوكات وشوئيل  
وشوئيل الفضاية

## علم الملك الحديث

من أن يتوصل الفلكيون إلى الحد، لاجونه عن بعض أساليبهم، حتى يحل محلها أساليب حديثة فمن المسلم به أن مثلاً أن هناك الكون يتك بالانحلال العظيم لكن كيف جتمعت مواد ذلك الانحلال مع لتكون بحركات؟ يستطع العلماء اليوم تقديمه مثل هذه المسائل بتدعيم كبر بواسطة الحواسيب فهد، بخل الحواسيب الحديثة المعقدة، التي كانت تعرف سابقاً من قبله في غضون شويديت كما تمكن الحواسيب الفلكيين، حول عالمه، من التوصل مع نتائج جهودهم في فهم الكون

## يوهانس كبلر

الفلكي لدمباركي، تلكو نومي (١٥٤٦ - ١٦٠١)، قصى سواب عديدة في فهرسة شخوص والكواكب وتحديد موقعها بدقة وتوقعه فمكنت رصاده لدمباركي تلكو كبلر فساعدته يوهانس

كبلر (١٥٧١ - ١٦٣٠) من سوشل إلى قواسم الفلكية الثلاثة شهمته في كشف صيغه حركاتها وقانونه لأول نصف أشكال مدارات تلكو كبلر وقانونه الثاني بحدوث سرعة تلكو كبلر في مدارها، وقانونه الثالث تين علاقة المدارات الكوكبية المختلفة بعضها بعض



## لريد من المعلومات أنظر

- الشخوص ص ٢٧٨
- لكوكبات (الأربع) ص ٢٨٢
- نظم الفلكي ص ٢٨٣
- الفلك ص ٢٨٤
- استكشافات على الأرض ص ٢٩٧
- شكوكات في الفضاء ص ٢٩٨
- شوئيل الفضاية ص ٣٠١



# التليسكوبات على الأرض

شعبه ماي ١٩٩٠



قبل اختراع التليسكوب (المقراب)، كانت الوسيلة الوحيدة لرصد الكون هي العين المخترقة. ومنذ استخدم غاليليو التليسكوب للمرة الأولى لرصد الأفلاك عام ١٦٠٩، أخذ الفلكيون يجدون أنصارهم أبعد فأبعد في أرجاء الفضاء؛ فاستطاعوا رؤية تفاصيل دقيقة من سطوح الكواكب ومُشاهدة الكثير من النجوم التي لم تكن تُرى فيما مضى. وقد استخدمت التليسكوبات الأولى عدسات لتجمع ضوء النجوم فُعِرقت بالتليسكوبات الكاسرة. أما التي تستخدم المرايا بدل العدسات فتسمى التليسكوبات العاكسة. وللتليسكوبات الحديثة مُلحقات تُمكنها من أخذ القياسات وتحليل ضوء النجوم. ولا يزال التليسكوب الصديق المُفصل عند الفلكيين.

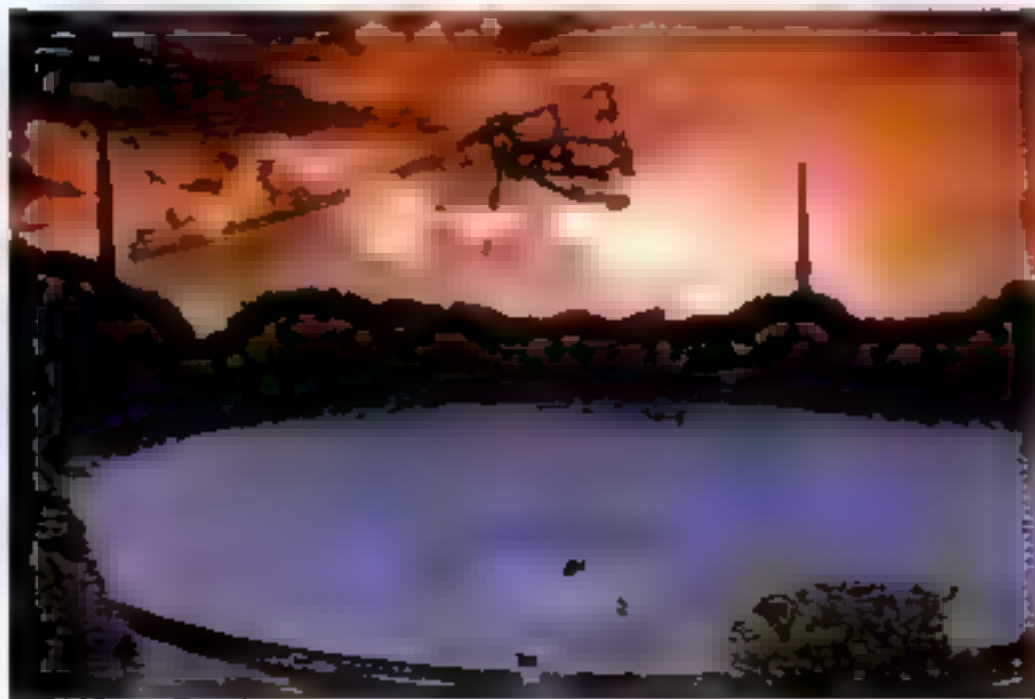
## الصُور التلسكوبية

بدأ سقاط الصور من الفضاء فوتوغرافيًا (كصور المُدَشَّات مثلًا) منذ أوائل عهد التصوير الفوتوغرافي. واليوم، يلتقط عاكسون الصور من خلال تليسكوب، فتُخزن الصورة على رقاقة إلكترونية و تُؤخذ فوتوغرافية، وقد تستخدم الحواسيب في إبراز تفاصيلها.

## المراصد

تطلب التليسكوبات مبانٍ مُناسبة تُدعى مراصد. وتقام هذه المراصد عادةً على قمم الجبال، حيث يتسنى للتليسكوب الحصول على المنظر الأفضل للفضاء بعيدًا عن أضواء المُدن ومُتجاوزًا الكثير من لُناثرات المُعيق في جو الأرض.

ملف في سماء الطبق العاكس المُضخم  
تليسكوب أريسيبو الراديوي



## التليسكوبات الراديوية

تجمع الأمواج التلاسكية من الفضاء، يستخدم الفلكي تليسكوبًا راديويًا، يعمل كالتليسكوب البصري (لكن يُجمع ضوء). فتُؤخذ صورة من الفضاء بجميع الأمواج وأشعة راديو. وقد كانت الأمواج التلاسكية أطول أمواج من الضوء، ويجب أن يكون التليسكوب التلاسكي أكبر بكثير من التليسكوب البصري لتجمع كمية المعلومات ذاتها، ويوجد التليسكوب ذو الطول الأحادي الأكبر في العالم في أريسيبو، بورتوريكو. وقد أُقيم طبقه سطح مُصَّح ٣٠٥ متر فوق بحويب طبعي في الأدغال. وفي أثناء دوران الأرض يُوجه طبق الفضاء مُخترقة من السماء.

المزيد من المعلومات انظر

- الانعكاس ص ١٩٤
- العدسات ص ١٩٧
- اللا ت بصرية ص ١٩٨
- تليسكوبات في الفضاء ص ٢٩٨



يقع مرصد سيزو تولولو  
بمقاطعة أريكيما  
سلسلة جبال الأنديز

التليسكوبات صعبة جدًا ومكلفة التكلفة بحيث سُحب عدد كبير من استخدامها.

صورة راديوية من  
السماء تُظهر بوضوح  
مركز الراديوي للكون  
مُتغير لا يُصدق في  
مركزه

## الإطلاع على الماضي التحيق

إذا تابع الفلكيون رصد الأجرام البعيدة أكثر فأكثر، فقد يستطيعون النظر أبعد فأبعد في الماضي السحيق. ولتحقيق ذلك يحتاجون إلى تليسكوبات ذات مرايا خدود حداث لتجميع الضوء. ويضم مرصد سيزو تولولو في الشبي تليسكوبا عاكسا ذات مراد صعبة يبلغ قطرها ١٠ أمتار. ولما كان من الصعب صنع مراد ذات (لأن أرجح مكسر)، فقد طُوِّرت بعض التليسكوبات المُعددة المرايا، وهي تستخدم مجموعات من المرايا الصغيرة المتصافه بحيث تُعادل قدرتها على تجميع الضوء. فُدر مراد صعبة جدًا.

## تليسكوبات تعمل مفا

تُمكن صمعة التليسكوب صمعة تعمل مع كائنات صمعة وتقوم بحسب صمعة لمعدلات الشبي. ويُعرف هذه الشبي بـ "الشمس باندل الخالصي"، وقد استخدمت للمرة الأولى في التلسكوبات من البحر العشريين. وحديثًا ذكر أن أكبر تليسكوب راديوي (الاسكي) من هذا الصمعة يُستخدم

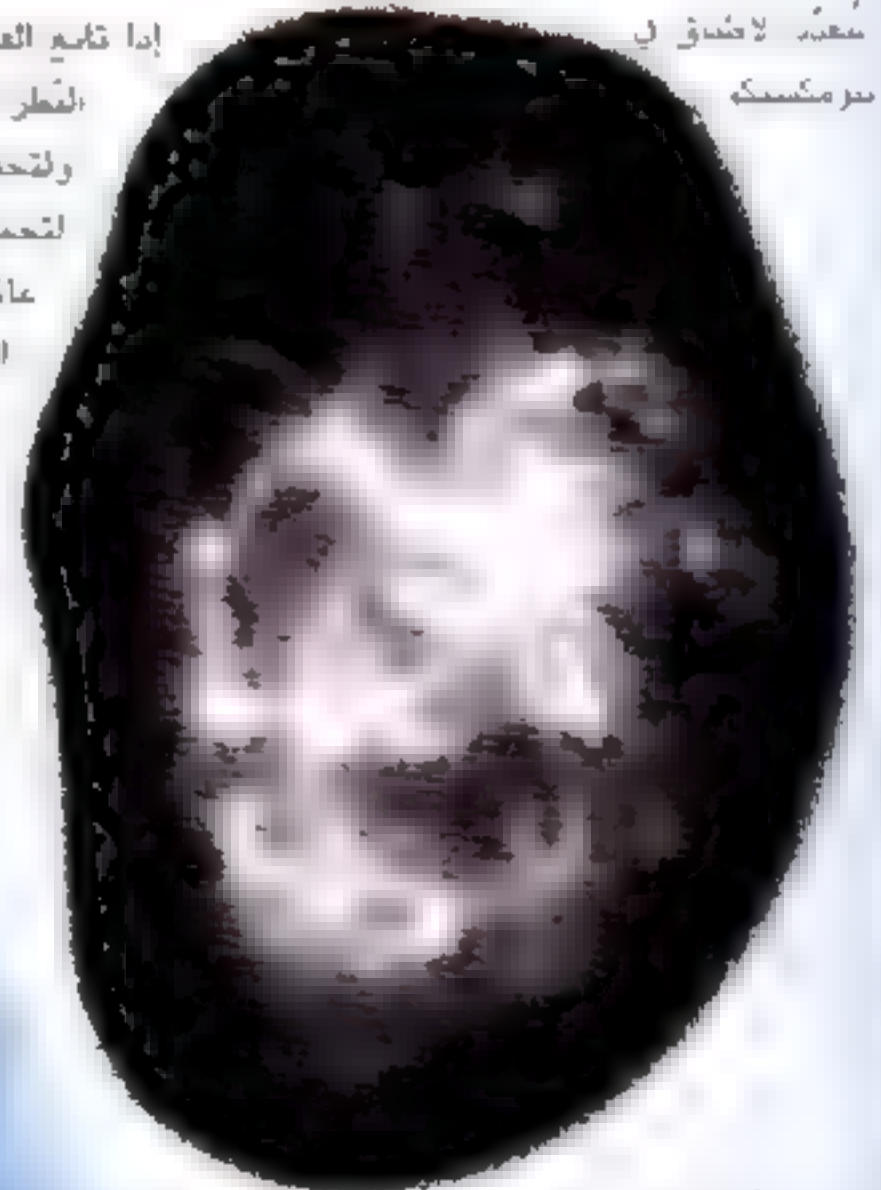
طريقًا مُباشرة

في دراب مُخترقة

في بيو مكسيكو، يستخدم

المقرات الراديوي الكه المتعددة الاصطاق

صغيرة من ٢٧ صمعة قطر الواحد منها ٢٥ مترًا



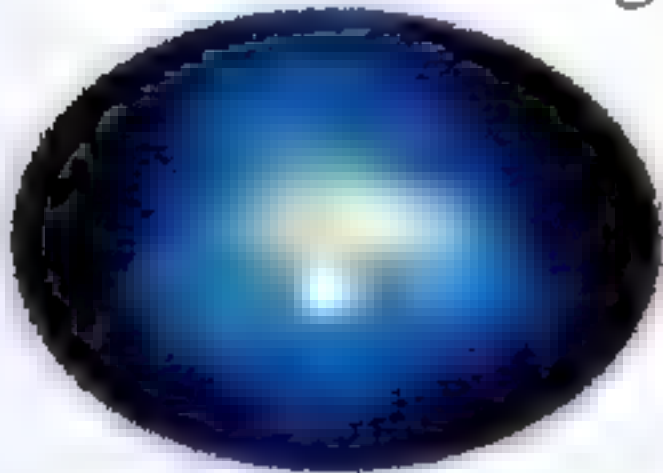
## صورة بالراديو

كُنَّت موجات الفضاء الراديوية (المُسَمَّاة أحيانًا بالصمعة التلاسكية) عام ١٩٣١ يمكن صمعة تليسكوبات راديوية (تلاسكية) وسُجِّد منها بأخرى حتى واحد بعدد سمي في هذه التليسكوبات تُجلب الأمواج الراديوية من شارب كهربائية تُمكن سُجِّداتها من صمعة مصادرها.



# التليسكوبات في الفضاء

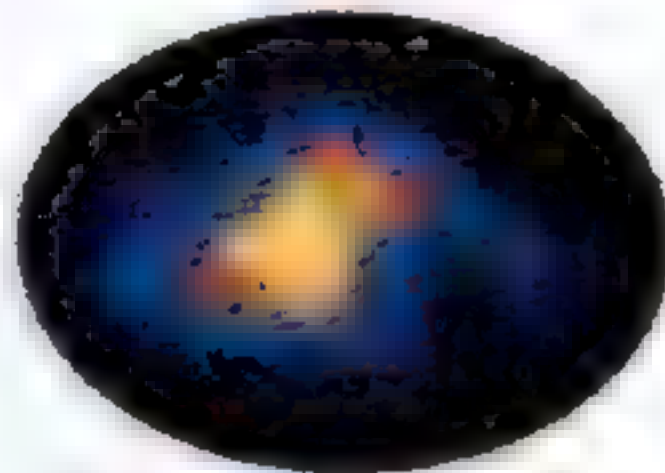
يحبُّ حَوْ الأرض العديد من الإشعاعات، فيقيد منها كما تقي الطائرات الشمسية أعيننا وهذا الحَوْ يُمرُّ الضوء، لكن الضوء أيضا يتأثر به فتبدو الصُّور عَشَّةً والتَّحَوُّمُ لألواناً؛ وهي في الواقع مُطَرَّدَةٌ الشَّطْوَع. لذا أحد التليكوپون مُنذ مُتَصَف القُرُون العَشْرين يبعثون التليسكوبات إلى الفضاء للحصول على صُور ومُشاهد أَفْصَل للآفلاك من حَوْلنا كما إنَّ التليسكوبات في الفضاء تلتَقِطُ مُشاهد للكوون لا يُمكن مُشاهدتها من الأرض وتعملُ هذه التليسكوبات ليل نهار - تُسجِّلُ المَعْدُومات وتُرسلها إلى الأرض لِتُحلَّل وتُدْرَس. ثم إنَّ التليسكوبات تُمكننا من تَفْحُص الفضاء بأجهزة حَسَّاسَة لِمُحِبِّب الأشعة السَّيِّئة منها وفوق البعسجية والأشعة دُون الحمراء.



صُورَةٌ لِسديم  
شعرية  
بالأشعة السَّيِّئة  
(سديم السرير)

## صُورٌ بالأشعة السَّيِّئة

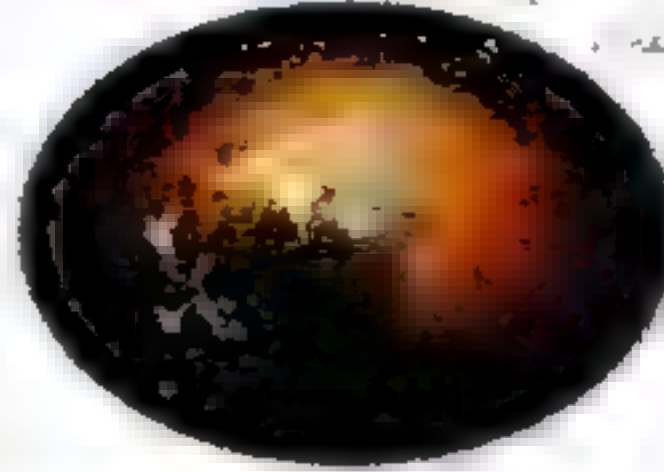
سُيِّدَت كَيفَ لَأَشْعَة سَيِّئَة مُعْصِدَة بِمِوَرَّة  
لَاوِي، عَام ١٩٤٨، وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
الِكُون كَمَا تُسَيِّدُ بِلَتِ الْأَشْعَة دَسْمِوَر  
لَأَشْعَة سَيِّئَة بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَ  
لَمَّا حُدِثَ بِأَشْعَة مُعْصِدَة فِي عَصَا ٢٠ كَم  
تَسْعِدُ أَيْضَا فِي مُشَاهَدَةِ أَحْمَرٍ، كَم  
كَيْسِيَّةٍ، بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ حَادِيَّةٍ



صُورَةٌ لِسديم  
شعرية  
بالأشعة فوق  
البنفسجية

## صُورٌ بالأشعة فوق البنفسجية

عَالِيَّةً لَأَشْعَة فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ مُعْصِدَة حَوْ لَأَصْرٍ (أَسْفَلُ)  
بِهَا حَادِيَّةٍ فَتُكْمِلُ أَحْمَرُ شَعْرَةٍ بِمِوَرَّةٍ (أَسْفَلُ)  
أُضْفَتْ سَوَائِلُ لِمُجْمَعِ الْأَمْوَاغِ فَوْقَ بَنَفْسَجِيَّةِ بَنَفْسَجِيَّةٍ الْأَوَّلَى  
فِي مُسَيِّدَاتٍ بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
الِكُون كَمَا تُسَيِّدُ بِلَتِ الْأَشْعَة دَسْمِوَر  
لَأَشْعَة سَيِّئَة بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَ



## صُورٌ بالأشعة دُون الحمراء

بِأَعْصَى لَأَشْعَة دُونِ أَحْمَرٍ مُعْصِدَة فِي عَصَا  
بَحْرِيَّةٍ، لَكِنَّا بِدَاخِلٍ مَعَ الْأَشْعَة دُونِ  
أَحْمَرٍ، سَيِّدُ شَعْرَةٍ الْأَصْرِ شَعْرَةٍ بِدَايَةِ  
الِكُون وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ الْأَشْعَة دُونِ أَحْمَرٍ  
فِي عَصَا - حَتَّى بِأَسْفَلِهَا كَيْفَ أَحْمَرُ  
بَحْرِيَّةٍ سَيِّدُ شَعْرَةٍ بِتَحْقِيْقِ مُعْصِدَة  
صَفْعَةُ الْعَلَاةِ الْحَرَارِيِّ الْفَلَا

## الإشعاع

الأمواج الضوء هي إحدى بواع  
الإشعاعات العديدة التي تُعْطِيهَا الْأَحْمَرُ  
عَصَاةً وَالْأَمْوَاغِ الْأُخْرَى دَاخِلُ الْأَمْوَاغِ

مَوْجَاتُ مُخِلْفَةٍ وَالْأَمْوَاغِ الرَّادِيَوِيَّةُ، مِلَا، دَاخِلُ صُورٍ مَوْجَاتٍ فَوْقِ  
صُورٍ مَوْجَاتٍ أَصْوَرَةٍ بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
قَصِيرٍ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ الْأَشْعَاتِ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
الْأَرْضِ مَوْجَاتٍ مُخِلْفَةٍ مُعْصِدَة بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
دُونِ أَحْمَرٍ، قَادِرَةٌ عَلَى ذَلِكَ، أَيْ شَعْرَةٍ عَامَّةٍ، فَلَ  
فِي دَاخِلِهَا رَغَبُ التَّحْقِيْقِ بِمِوَرَّةٍ مِثْلَ هَذِهِ الْأَشْعَةِ (أَسْفَلُ)  
لَا تَسْطِغُ حَرَارِيَّ حَوْ لَأَرْضٍ (أَسْفَلُ) فَعَصَاةً رَسْمًا  
فَعَدَّ هُمْ أَيْ لِمُعْصِدَةِ حَادِيَّةٍ لَمَّا

الْعَلَاةِ الطَّفَفِيَّةِ الْفَلَا

عَلَى عِلَاةٍ سَفِيرٍ

سَطْحُ الْأَرْضِ

بَصْلُ مَوْجَاتِ الصَّوَرِ فِي لَأَرْضٍ، بِكُنْ  
مَسِيرَهَا عِزَّ الْحَوْ تَوَرَّعَ فِيهَا

## المحاولات الأولى

حَلَالِ الْأَلْسَانِ وَالْأَرْضِيَّةِ مِنَ الْقُرُونِ الْعَشْرِينَ كَيْفَ لَمَّا  
حَدَى بِمِوَرَّةٍ عَصَاةً بِحَمَلِ الْأَجْهَرَةِ الْعَصَاةِ أَيْ لِمُعْصِدَةِ  
عَصَاةٍ بِحَمَلِ الْأَجْهَرَةِ الْأُخْرَى وَهِيَ، مِثْلَ حَمَلِ نَبِيٍّ قَدِيمٍ كَيْفَ، بِمِوَرَّةٍ  
بِهَا حَلَالِ دُونِ قَدِيمٍ سَجَلُ مُشَاهَدَةِ كَيْفَ تَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
سَيِّدُ شَعْرَةٍ بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ وَ

بِفَسْمِ حَوْ الْأَرْضِ فِي طَبَقَاتٍ مُخِلْفَةٍ هِيَ الْعَلَاةِ الشَّعْرِيَّةِ  
(بَنَفْسَجِيَّةٍ)، وَالْعَلَاةِ الطَّفَفِيَّةِ (بَنَفْسَجِيَّةٍ) وَالْعَلَاةِ  
وَالْعَلَاةِ الْمُتَوَسِّطَةِ (الْمُتَوَسِّطَةِ) وَالْعَلَاةِ  
الْحَرَارِيِّ (الْحَرَارِيِّ) وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
الْأَشْعَةِ الْمُخِلْفَةِ إِشْعَاعَاتٍ مُخِلْفَةٍ

بِحَمَلِ الْعَلَاةِ الْحَرَارِيِّ الْأَشْعَةِ  
جَامَاةً دُونِ الْأَمْوَاغِ  
مَوْجَاتٍ بِقَصِيرَةٍ

الأشعة السَّيِّئة

الأشعة فوق  
البنفسجية

صَفْعَةُ الْعَلَاةِ  
الْمُتَوَسِّطَةِ الْفَلَا

بِمَعْنَى جَمْعِ الْأَمْوَاغِ  
الرَّادِيَوِيَّةِ (الْأَلْسَانِ)  
الْمَوْجَاتِ فِي الْعَصَاةِ

الْأَمْوَاغِ الرَّادِيَوِيَّةِ الْبَقِيرَةِ  
بَصْلُ إِلَى الْأَرْضِ

صَفْعَةُ الْأَوْوَرِ

بَصْلُ الْعَلَاةِ الْحَرَارِيِّ الشَّعْرِيَّةِ الْأَمْوَاغِ بِحَمَلِ  
الْحَمَرِ بِكُنْ قَدِيمٍ بِهَا حَادِيَّةٍ حَادِيَّةٍ إِلَى الْأَرْضِ  
حَتَّى التَّحْقِيْقِ لِكَيْفَةِ حَادِيَّةٍ بِمِوَرَّةٍ

بِتَحْقِيْقِ تَحْقِيْقِ هَذِهِ بِمِوَرَّةٍ  
أَصْوَرَةٍ رَشْفَةٍ فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ  
الْفَصَاةِ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ

حَادِيَّةٍ شَائِلَةٍ بِتَحْقِيْقِ  
فِي التَّحْقِيْقِ وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ  
الْمَعْلُومَاتِ مِنَ الْأَرْضِ  
وَتَحْدِيكُ بِتَحْقِيْقِ

## تليسكوب هبل

أَصْبَحَ تَلِسْكُوبُ  
هَبْلُ مُعْصِدَةً فِي  
سَنَةِ (أَبْرِيلِ) عَامِ  
١٩٩٠، بِدَايَةِ قُرُونِ حَادِيَّةٍ

لَأَصْرٍ عَلَى غَدَاةٍ ٥٥٠٠ مِم،  
وَبِحَمَلِ مِنْ مَوْجَاتِ صُورٍ أَسْفَلِهَا  
بِمِوَرَّةٍ بِتَحْقِيْقِ قَرْنِهَا (أَسْفَلِهَا) عَلَى  
بِكُونِ الْكُونِ عَلَى بَدَايَةِ الْأَشْعَةِ الْعَصَاةِ  
وَبِدَايَةِ عَلَى صَدَاةٍ هَذِهِ التَّحْقِيْقِ فِي  
عَصَاةٍ دَرَجَةٍ رَوْدُهَا مِنْ مُكُونِهَا بِتَحْقِيْقِ

## لِمزيد من المعلومات انظر

بَصْلُ الْكَيْفِ مُعْصِدَةٍ ص ١٩٢  
الْأَلْسَانِ الْبَقِيرَةِ ص ١٩٨  
بَحْرِيَّةٍ ص ٢٤٨  
التَّحْقِيْقِ عَلَى الْأَرْضِ ص ٢٩٦  
لِمَوْجَاتِ ص ٢٩٩  
لِمَوْجَاتِ (لِمَوْجَاتِ) ص ٣٠٠



# الصَّوَارِيخ

للإفلات من جاذبية الأرض لا بُدَّ من الانطلاق في صاروخ. لذا تُستخدم الصواريخ في دسّر السّواتل والرّوَاد إلى الفضاء، وبدونها كانت تطلُّ معلوماً عن مُحيط أرضنا قليلة، ولا كُنّا نَعْمَا بالكثير من الفوائد التي أتاحتها لنا تلك السّواتل. تولّد الصواريخ قوّة دسّر تدفعها صُعداً بحرق الوقود.

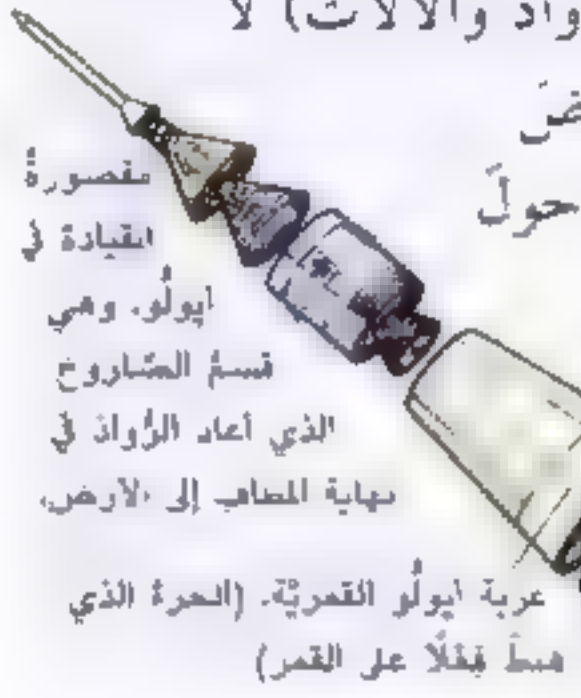
والواقع أنّ الوقود يشغلُ مُعظم حجم الصاروخ - فحمولته (من الرّوَاد والآلات) لا تشغلُ بالمقارنة إلاّ جزءاً صغيراً من حجمه. في العام ١٩٥٣، عرض

الاستاذ الروسي، قسطنطين تسيولكوفسكي، الأفكار العلميّة الأولى حول

الدّفع الصاروخي. لكنّ مشاريع ريادة الفضاء لم تتبلور إلا في

العام ١٩٢٦، عندما أطلق المهندس الأمريكي، روبرت

جودارد أول صاروخ يعمل بالوقود السائل.



موقع الإطلاق

تُفعل الصّواريخ من مركز فضائه. سَنع عددها حوالي ١٥ مركزاً مُوزعة حول العالم. يحوي كلّ مركز فضائي قسماً خاصاً بصناعتها، وموقع إطلاق عند انتهاء كلّ التحضيرات، يُعدّ صاروخ على سطحه حاضراً للإطلاق. وتُعدّ أقرب موقع الإطلاق من خطّ الاستواء. رَدَد سُدْعُهُ لِي ينفذها صاروخ للأرض. سَحَب سُدْعُهُ لأرض (حسب هو الأسرع هناك)

فوشخود

صنعت الصّواريخ الروسيّ فوشخود حينئذٍ أكثر من رَدَد إلى الفضاء في رحلته. في عام ١٩٦٤، أُسِّس ثلاثة من الرّوَاد الروس إلى الفضاء. وفي رحلته فوشخود الفضائية الثانية عام ١٩٦٥، حوّل رَدَد الفضاء الروسيّ، الكسبيّ شويوف سف لَدَ كَأَوَّل رَدَدٍ مُعَمَّرٍ بالصاروخ من كسبوت

راد وِرْ سَاتِلْ «د» الدلاليّ (مراحيل) (الصفحة) على ٢٦ ص. فحاصل في قوّة دسّر هائلة لنسحب من الأرض وقد بوفرت تلك القوّة من خمسة مُحركات في المرحلة (الطنقة أو الحاوية) الشفيرة. وحلّال دقنق توقّف الاحتراق في هذه المرحلة فسقطت عائدة إلى الأرض

أزيان

تُستخدَم رَكَنَةُ الفضاء لأوروبا سَاسَةً من الصّواريخ تُدعى أزيان لإطلاق سواتلها. فوشخود الفضائية سَاسَةً في سَاسَتِهِمْ كَمَا هِيَ تَحَالُ في جميع صواريخ الفضاء. وتُكَلِّف إمدادات صِحاحته (أزيان) رَدَدَتْ بِمَكِينَةٍ حَمَلَةٍ سَاسَةً اصْصَحْمَ والتعل وتوفّر الدسّر الاصْصَحْمَ بالأرض صَورِيخ مُعَمَّرَةٍ اصْصَحْمَ حَولَ المرحلة الأولى

سَودج للطائرة الفضائية الاصْصَحْمَ سَاسَتِيرَ المُعَمَّرَمَ سَاسَتِيرَ. وهي تتألّف من طائرة حاملة ومركبة فضائية صالحة للاستعمال تَكَرَّرًا تُدعى خورس

طائرة فضائية

المشكلة في الصّواريخ المُعَمَّرَمَ المراحل أنها تُستخدَم لِمَدَّةٍ وَحْدَةٍ فَقَط. فَعِندَمَا تُسَاقَطُ مُرَاجِلُهَا تَحْتَرِقُ في حَولِ الأرض وتُحْمَرُ لَدَا يُحْدِثُ العلماءُ في تلك كَثْرَةَ عَظِيمَةٍ «طائرة فضائية» تُسَاقَطُ بِكَرَرٍ فَتَقْلَعُ قُبَاً مُسَاحِدَةً بِهَواءٍ تُحْرَقُ وَقُودُهَا (كَنَصْفَتِيرَ لَعَادَةِ) وهي في حَولِ الأرض تُدعى في الفضاء، حيثُ سَعَدَتْ بِهَواءٍ تُحْرَقُ مُرَبَّحًا من الهيدروجين السائل والأكسجين (كالصاروخ)

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة
الحادية من ١٢٢
الثانية من ٢٨٨
الثالثة من ٢٩٨
الرابعة من ٣٠٠
الخامسة من ٣٠١
السادسة من ٣٠٢

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية

محرّكات المرحلة الأولى

محرّكات المرحلة الثالثة

محرّكات المرحلة الثانية



# السَّوَاتِلُ (الأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ)

تَصَوَّرْ أَنَّ رَقِيًّا يُظَلُّ عَلَى الْأَرْضِ مِنْ عَلًى وَيُزَوِّدُنَا بِمَعْلُومَاتٍ عَنِ الطُّقْسِ أَوْ يُحَدِّدُ لَنَا مَنَاطِقَ تَوَاجَدِ الْقُرَارَاتِ الْمَعْدِنِيَّةِ. هَؤُلَاءِ الرُّقَبَاءُ أَصْبَحُوا حَقِيقَةً وَاقِعَةً الْيَوْمَ بِفَضْلِ السَّوَاتِلِ فِي مَدَارَاتِهَا مَعَ الْأَرْضِ أَوْ حَوْلِهَا. وَهَذِهِ السَّوَاتِلُ مُتَحَدِّثَةٌ مُتَعَدِّدَةٌ الْأَنْوَاعِ مُصَمَّمَةٌ لِأَدَاءِ مِهْمَاتٍ مُتَبَايِنَةٍ. فَبَعْضُهَا يُوفِّرُ لَنَا التَّوَاصُلَ التَّلْفُونِيَّ الْفَوْرِيَّ، وَبَعْضُهَا الْآخَرُ يُتَبَّحُ لَنَا مُرَاقِبَةَ الْأَحْدَاثِ الْجَارِيَةِ فِي الْعَالَمِ عَلَى شَاشَاتِ أَجْهَزَتِنَا التَّلْفِزِيَّةِ مُبَاشَرَةً. وَالسَّوَاتِلُ الْمَلَاخِيَّةُ تُسَاعِدُ الشُّقْنَ وَالطَّائِرَاتِ فِي تَحْدِيدِ مَوَاقِعِهَا بِدِقَّةٍ؛ كَمَا يَسْتَخْدِمُ الْفَلَائِكِيُّونَ سَوَاتِلَ خَاصَّةً لِاسْتِكْشَافِ أَقْصَايِ الْكَوْنِ الْفَسِيحِ. إِنَّ الْمَجَالَ الْقَضَائِيَّ حَوْلَ الْأَرْضِ أَخَذَ يَزْخَرُ بِالسَّوَاتِلِ الْمُتَزَايِدَةِ الدَّائِرَةِ حَوْلَ الْأَرْضِ وَمَعَهَا فِي رِحْلَتِهَا عَبْرَ الْفَضَاءِ.

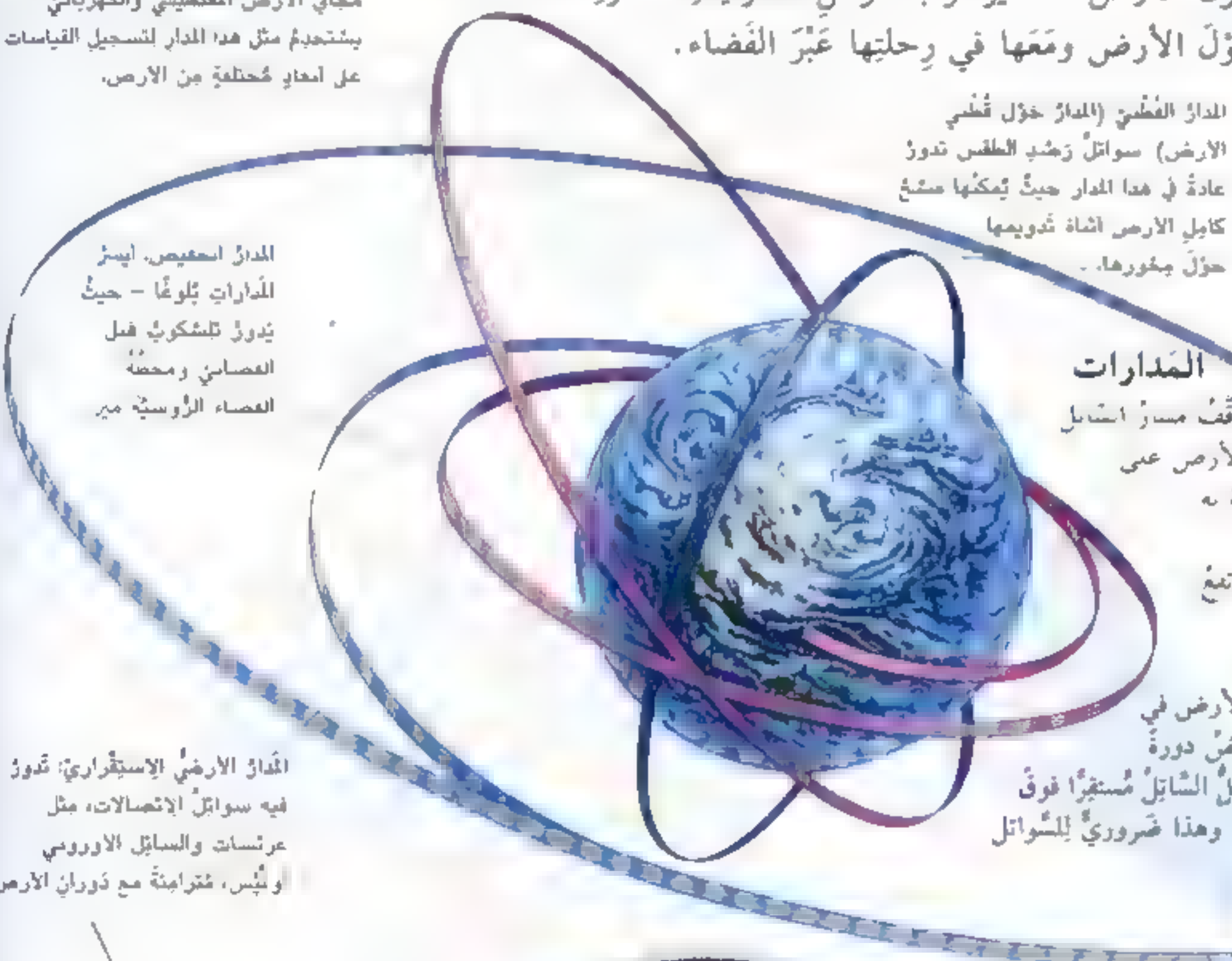


## إِصْلَاحُ السَّوَاتِلِ

مَادَ لَوْ حَرَّ غَضَبٌ مِ عَلَى التَّحَدُّلِ فِي مَدَارِهِ؟ الْحَوَاتِ سَلْخُضْ فِي نَ صَلَاحَةٍ مُمَكَّنٌ عَرَدَا كَارَ الْغَضَبُ سَلْطَ فَمِ الرُّؤُودُ بِصَلَاحَةٍ فِي لُغْصَاءٍ أَمَّا إِذَا كَارَ نَظْفُؤُ السَّاسِ، فَمَعَادُ لَسَاتِلُ إِلَى الْأَرْضِ حَيْثُ يُصْلَحُ وَيُعَادُ إِطْلَاقُهُ. فَمِ سَبْرِيْنِ الثَّانِي (نُوفَمْبَرِ) عَامِ ١٩٨٤، اسْتَعَادَ طَاقِمُ الْمَكُونِ الْمَصْنَعِيَّ، وَبِشْكَفَرِي، سَاتِلَ اِصْلَاحِ لِبَ مُعَدَّنِهِ وَاعْدُوهُ إِلَى الْأَرْضِ



المدارُ اللاشعركوي: السَّاتِلُ الْمَصْنَعُ لِقِيَاسِ مَجَالِي الْأَرْضِ اِمْغْطِيسِيَّ وَالْكَهْرِبَائِيَّ بِسْتَعْدَمِ مِثْلَ هَذَا الْمَدَارِ لِتَسْجِيلِ الْقِيَاسَاتِ عَلَى اَمْعَادٍ مُتَحَدِّثَةٍ مِنَ الْأَرْضِ.



المدارُ الْفُطْنِي (المدارُ حَوْلَ قُطْبِي الْأَرْضِ) سَوَاتِلُ زَمْشِدِ الطُّقْسِ تَدُورُ عَادَةً فِي هَذَا الْمَدَارِ حَيْثُ يُمَكَّنُهَا مَسْجِدُ كَاطِلِ الْأَرْضِ اِنْشَاءَ تَدْوِيمِهَا حَوْلَ مَخُورِهَا.

## الْمَدَارَاتُ

يَتَوَقَّفُ مَسَارُ اسْتَدِلِ حَوْلَ الْأَرْضِ عَلَى الْمُهْمَةِ الْمَنْوُوعَةِ لَهُ هَالْمَدَارُ الْأَرْضِيَّ اِلْاسْتَفْرِيَّ، مِثْلًا، يَرْتَفِعُ ٣٥٨٨٠ كَمِ فَوْقَ خَطِّ اِلْاِمْتِوَاعِ؛ وَالسَّوَاتِلُ فِي هَذَا اِمْتِدَارِ تُكْمِلُ دُورَةً وَاحِدَةً حَوْلَ الْأَرْضِ فِي الرِّقْتِ ذَاتِهِ الَّذِي تُكْمِلُ فِيهِ الْأَرْضُ دُورَةً وَاحِدَةً حَوْلَ مَخُورِهَا. وَهَكَذَا يُظَلُّ السَّاتِلُ مُسْتَقْبَرًا فَوْقَ النُّقْطَةِ ذَاتِهَا عَلَى الْأَرْضِ؛ وَهَذَا خَرُورِيٌّ لِلْسَّوَاتِلِ التَّلْفِزِيَّةِ

المدارُ اِلْمَحْيِصِ، اِيَسَّرِ الْمَدَارَاتِ بُلُوغًا - حَيْثُ يَدُورُ تِلْشُكُوتُ فِلِ الْعَصَائِيَّ وَمَحْضَةُ الْفَضَاءِ الرُّوسِيَّةِ مِ

المدارُ الْأَرْضِيَّ اِلْاسْتَفْرِيَّ، تَدُورُ فِيهِ سَوَاتِلُ اِلْتِصَالَاتٍ، مِثْلَ عَرْنَسَاتِ وَالسَّاتِلِ الْاَوْرُوسِيَّ وَبُئِيسَ، مُتَرَامِنَةً مَعَ دُورَانِ الْأَرْضِ.

## اِلْمُسْتَكْشَفُ فَوْقَ

### اِلْبَحْثِجِي الدَّوْلِيَّ

سَاتِلُ فَلَائِكِيٍّ اِخْلَقَ عَامَ ١٩٧٨ لِمُرَاسَةِ اِلْاِشْعَاعَاتِ فَوْقَ اِلْبَحْثِجَةِ الْاَتَمَةِ مِنَ اِلْمَحْدَمِ وَالتَّخَرَّاتِ فِي الْفَضَاءِ وَكَانَ يُتَوَقَّعُ لَهُ اَنْ يَسْمُرَ ثَلَاثَ سَوَابِ مَقَطٍ، اَلَكْنِ مَا رَئِيَ دَائِرَةً يَحْمِلُ حَتَّى الْيَوْمِ وَاسْتَعْرِفَ رِسَالَتُ الْمَصُورَةِ مِمَّا سَى حُدُودِ اِلْمَحْظُوتِ اِلْاَرْضِيَّاتِ اِلْنَّشِ تَرَاوَعَهُ (اِلْاَرَضِيَّ فِي مَرِيَكِ وَثَلَاثَةِ فِي سَبَا) لَمَامِي دَوْبَقِ

## اِلْمُرِيدُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ اَنْظُرْ

- لَاِتْصَالَاتٍ لِمُعَدَّنِهِ ص ١٦٢
- لَاِعْكَاسِ ص ١٩٤
- رَضْدُ نَظْفُؤِ ص ٢٧٢
- اِلْبِسْكَوَاتِ فِي الْفَضَاءِ ص ٢٩٨
- مَخُورِيعِ ص ٢٩٩
- اِلْسَّوَاتِلُ الْمَصْنَعَةِ ص ٣٠١

طَبَقُ اسْتِقْبَالِ سَاتِلِيٍّ مَادَ اِنْ يَشْنَعُ اِلْتَدِلُ لِمَكْنِيٍّ مَدَارِهِ حَتَّى يَبْدَأَ عَمَلَهُ فَتَعَتِ لِمَحْقَقَاتِ الْأَرْضِ مُرَاقِبَةً بِحُرُوكِهِ وَمُعِيدَةً بِوَحْشِهِ عِنْدَ خَرُورِهِ؛ كَمَا سَتَمِلُ مِمَّا مَعْلُومَاتِ وَمَعَالِجِهَا لِاِطْلَاعِ نَعْمَةٍ وَنَحْتَمُ لَاشَارَاتِ سِي ثَبَاتِ اِلْتَدِلُ بِوَاسِطَةِ طَاقِيٍّ عَلَى الْأَرْضِ تُنْشِئُ اِطْلَاقِ اسْتَوَاتِلِ اِلْمَعْرُوبَةِ، لَكْنِهَا أَكْثَرُ كَثِيرًا



سَبُوتْنِيكُ ١ - كُرْدُ مِ اِلْاَلُومِينِيُومِ فُضْرُهَا ٥٨ سَمِ

## سَبُوتْنِيكُ

وَصَعَتْ رُوسَا أَوَّلَ قَمِرٍ صَاعَتِيٍّ فِي مَدَارِ حَوْلَ الْأَرْضِ فِي يَشْرِينِ الْأَوَّلِ (أَكْثُوبَرِ) عَامِ ١٩٥٧؛ فَاسْتَكْشَفَ جَوَّ الْأَرْضِ بِخِلَالِ فِتْرَةٍ دُورَانِهِ غَضْرَهُ فِي الْفَضَاءِ. وَلَمْ يَمُصْ شَهْرٌ وَاحِدٌ حَتَّى أَطْلَقَ سَبُوتْنِيكُ ٢، وَكَانَ عَلَى مِمَّا الْكَلَّةُ لَانْكََا - أَوَّلُ كَاتِنَةٍ حَتَّى يَزُورَ الْفَضَاءَ



# السّوابِرُ الفضائيّة

تُقامُ المعطومات (مقاييس)  
شِدّةُ الحالاتِ المُعطِيّةِ (على  
عمود طوله ١١م لتحتبّ المتداخل من  
أجهزة المركبة الرئيسيّة

## السّابِرُ غاليليو

أُطلق السّابِرُ الفضائيّ غاليليو عام ١٩٨٩م  
وقد بلغ المُشترى بعد ست سنوات لكنّ  
الجزء الأكبر من المركبة - وهو العربّة المداريّة  
- سيستغرق سنتين إضافيتين ليُدورَ حوّل الكوكب  
وأقماره الرئيسيّة. وستُرسلُ المركبةُ سائراً أصغر إلى  
جوّ المُشترى لفحصه عن قرب.

يبدو العاكس الذي قُطره ٥ أمتار  
كالمظلة. ويستخدم للاتصالات.

تُرسلُ المعلوماتُ إلى محطات التّليج في  
إسبانيا وأستراليا وكاليفورنيا،  
بالحوليات المتحدّة.

هذه الصورة لأوروبا، أحد  
أقمار المُشترى، كانت من بين  
الصّوري التي أرسلها  
قوياجير إلى الأرض. وقد  
أظهرت تفاصيل لم تشاهد  
من قبل مُطلقاً

يوجد عشرة أجهزة علميّة  
على مَنبّي العربّة المداريّة  
وسيتّ أخرى على السّابِر.

السّابِرُ الحوْثي سيستخدمُ باراشوتاً  
للهُبوط على عيوم المُشترى ببطء.

تحمّلُ ألبسةً معطومة -  
الكاميرات التي يُتوقّع  
أن تلتقط أوضح  
صّوري شوهدت  
للمُشترى حتى جيبه.

تدورُ عربّة غاليليو المداريّة  
٢٢٢٢ كم، يؤلّف الوقوف  
حوالي نصف هذا الدور.

سيجري غاليليو تجارباً لاكثر من  
١٠٠ عالم في مَنبّي بلدان مُختلفة.

## سابِرُ قوياجير

أُطلق السّابِرانِ الفضائيان الثّوأمَانِ قوياجير ١٥ و ٢٥ عام ١٩٧٧ في مُهمّةٍ  
مُخطّطة في استكشاف المزيد عن طبيعة الكواكب العملاقة الغازيّة الأربعة  
وقد مرّ كلاهما على مقربة من  
المُشترى ورجل.

ثمّ تابع  
قوياجير ٢٥ رحلته مُنفرداً  
بحو أورانيوس ونيبتون  
وكان على متن كلّ  
مهما ١١ جهازاً، من  
بينها كاميرتان تلفزيونيّتان

تتابع العربّة المداريّة  
مسايرها حوّل الكوكب.

عربّة فينكس المداريّة  
وعربّة الهبوط تمصّلتان

## سابِرُ فايكنغ

تستطيعُ السّوابِرُ المُصنّعةُ للدور حوّل الكوكب،  
كما تستطيعُ إرسال عربّة هبوط على سطحه  
فحلّال سُبيّات والسحبّيات من لفرن العشرين  
أصبح الأمريكيون والرّوم، كلاهما، سوابِر  
مُصنّعةُ دور حوّل المريخ وحطّت عليه وقد  
وضع السّابِرانِ فايكنغ ١٥ و ٢٥ بنجاح عربّتي  
هُبوط على المريخ في شهرَي تموز وأيلول من  
عام ١٩٧٦. فأرسلتا كلتاهما إلى الأرض ما  
مجموعه حوالي ٣٠٠٠ صورة. وقد أجرتا  
تدليل سرعة المريخ وسجّلتا قياسات لأحواله  
الجويّة - كما تقصّنا اختياراتاً إمكانيّة وجود  
الحياة عليه

عربّة الهبوط  
تمحزّز من  
الباراشوت.

عربّة الهبوط تخطّ  
على سطح المريخ

قوياجير ١٥ قارب المُشترى في  
مارس عام ١٩٧٩؛ وقوياجير  
٢٥ قاربّه في يوليو عام ١٩٧٩.

## لمزيد من المعلومات أنظر

- الرُبوبطات ص ١٧٦
- النّظمُ الشّمسِي ص ٢٨٣
- الشّمس ص ٢٨٤
- التّلسكوبات على الأرض ص ٢٩٧
- التّلسكوبات في الفضاء ص ٢٩٨
- السّوابِل (الأقمار الصناعيّة) ص ٣٠٠

قوياجير ٢٥  
قارب رُحل في  
يوليه عام  
١٩٨٠

قوياجير ٢٥  
قارب رُحل في  
أغسطس عام  
١٩٨١

قوياجير ٢٥  
قارب أورانيوس  
في يناير عام  
١٩٨٦

قوياجير ٢٥  
قارب نيبتون  
في أغسطس  
عام ١٩٨٩

يستطيعُ العلماءُ  
استخدام جاذبيّة  
الكواكب لِتوجيه  
السّابِرِ الفضائيّ  
بحو هدفه

الزيارات السّابِرّة  
١٩٥٩ لونا ٢٥: أوّل سابِرٍ يبحُث في  
الوصول إلى القمر.  
١٩٦٢ مارس ٢٥: أوّل سابِرٍ كوكبيّ  
يبحُث بِمَنبّي قُرب الزّهرة.  
١٩٦٩ أيلول ١٥: أوّل سابِرٍ يعود  
لغيتاب من صعود القمر إلى الأرض  
١٩٧٣ إطلاق مارس ١٥: أوّل سابِرٍ  
يروح كوكبيّ - الزّهرة وعطارد.  
١٩٧٣ السّابِرانِ فايكنغ ١٥ و ٢٥  
يهبطان على المريخ.  
١٩٧٧ أرسل قوياجير ١٥ و ٢٥ إلى  
المُشترى ورجل وأورانيوس ونيبتون  
١٩٨٥ أرسل حصة صرير لاستقصاء  
المُشترى هات.  
١٩٩٠ إطلاق سّابِرِ بوليسير بِمَنبّي فوق  
نُظمي الشّمس  
١٩٩٥ السّابِرُ غاليليو اتخذ مداراً حول  
المُشترى



## الإنسان في القضاء

كَانَ السَّقَرُ غَيْرَ الْقَصَاءِ حُلْمَ الْإِنْسَانِ عَلَى مَدَى قُرُونٍ حَلَّتْ، وَلَمْ يُصْبِحْ هَذَا الْحُلْمُ وَاقِعًا إِلَّا عَامَ ١٩٦١ عِنْدَمَا أُبْطِلَ رَائِدُ الْقَصَاءِ الْروسيّ، بُوري عاغرين، إِلَى الْقَصَاءِ وَدَارَ حَوْلَ الْأَرْضِ وَتَوَالَى مُدُنِدُ انْطِلَاقِ الْعَدِيدِ مِنَ الرِّجَالِ وَالسَّاءِ إِلَى الْقَصَاءِ بَعْضُهُمْ يَقْضِي فِيهِ بَصْعَةً أُنَامَ وَبَعْضُهُمْ يَبْقَى عِدَّةَ شُهُورٍ فِي كُلِّ مَرَّةٍ. لَكِنْ يَطْلُ الْقَصَاءُ بَيْنَهُ عِدَائِيَّةٌ حَظَرَةٌ يَحَاخُ فِيهَا الْإِنْسَانُ إِلَى بَرَّةٍ قِصَانِيَّةٍ لِحِمَايَتِهِ وَلِتَوْفِيرِ الْهَوَاءِ لِنَفْسِهِ. وَإِذَا قُدِّرَ لِلْإِنْسَانِ أَنْ يَعْيشَ وَيَعْمَلَ فِي الْقَصَاءِ طَوِيلًا وَأَنْ يَهْطَ عَلَى التَّمَرِّيحِ فِي الْفُرْجِ الْحَادِي وَالْعَشْرِينَ فَيَسْعَى لِمَا نَعْرِفُ كُلَّ مَا سَتَسْتَطِيعُهُ عَنِ الْأَثَارِ الَّتِي تَحْلُمُهَا أَسْمَارُ الْقَصَاءِ الطَّوِيلَةِ الْأَحْلَ.



## المرأة في القضاء

[illegible]

الزِّيُّ الفَضَائِيُّ

كبرياؤ ذالاولين يرتدوب بره قصاصه  
 و حده الحرجه في اليوم، فهو يرتد  
 مناسي محسب باحلاف ما عومون به من  
 فلهما سب فلهما بره لستقر دشان و با ابي  
 قصاصه و مناسي عاده قصاصه حفضه  
 بالبريه و حل المركه لقصاصه، وهي في  
 مدره و هذا صفت الزمانه ليعمل خارج  
 مركبه فهو يرتد بره تدعى و حده مركه  
 خارج مركه، تحرك فوقها و حده مدره  
 ما هوه نمكه من الحركه بالذبح بالبري  
 حوب مركه



تَجِدُ الْمَرْءَ الْمُحْسِنَ وَتُحَقِّقُ دَعَا  
لِعَبْدٍ وَابْنِ لِسَانٍ جَاهِلٍ أَرَادَهُ  
أُخْرَى وَتَعْرِضُ لَهُ الْفَرَّةَ حَتَّى يَصْلَحَ  
بِالْمَسْجِدِ حَتَّى يَأْتِيَ ٨ سَبْعُونَ

في ٢ تموز ١٩٦٩ عام  
١٩٦٩، صبح بين  
اربعين وبع رر نسا  
نص الحداثة صبح  
مع حو به رعيه  
لدرين بعد ١٩

ثُمَّ قَالَ -  
الْحَمْدُ لِلَّهِ  
مَعًا ۝

محب الأمراء بصفته محصية الجود  
مقرراً عند الرجوع إلى امرئته

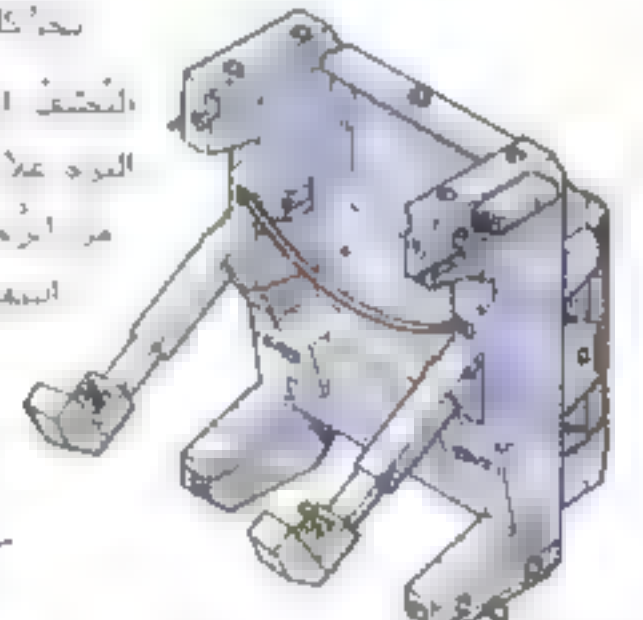
## البعثات القمرية

[illegible]

### التدريب على الرحلات القصائية

بقدر ما في هذا المصداق له سبع مائة درهم  
وعقبه عاشره وثلثمائة درهم  
وآخره حاد في القواف وأحوال شبيهة بها في  
المصداق فهم قد تجاوزوا مائة ألف درهم في  
بعضها حتى كثر المستعبرون بها ذوات حرفة بعد  
سورة كما نرى في هذه المدة حارسة من غير علم  
المهنة في سبوقها في المصداق

على شرف الزملاء  
تأليف الأستاذ  
محمد نواز



وخذت فداورة مأهولة

هذه اوراق جديده من خزانة جامعة القاهرة  
وهي تمثل ما نشر في جريدة "الجمهورية" في  
العدد ١٠٠٠٠ من سنة ١٩٥٤  
العدد ١٠٠٠٠ من سنة ١٩٥٤  
العدد ١٠٠٠٠ من سنة ١٩٥٤  
العدد ١٠٠٠٠ من سنة ١٩٥٤

مریدی: اند، انحصار، گستاخ، بحث  
مُحْتَرَم: با احترام و - به سائده



## سالی راید

کی طرف سے لاہور میں  
 انہیں ملے، اور حتیٰ  
 عام ۱۹۸۳ء  
 انسدادِ برص  
 انکوائری کمیٹی میں

استعانت من أفراد العشيرة  
 سمح بكل الرجال ونساء تقدم  
 بصب لانتساب كروود قصه، وفي عام  
 ١٩٨٣. اصحاب ساني ريد (مؤنوده عام  
 ١٩٥١) أول امرؤ أميركة تردّد انصبه وهالك  
 حاليّ العديد من ريدات انصبه الأحرار





## العيش في الفضاء

تعتبر أسفرت غير مخصص النوم عتة يوم يولي عاخرس فعدا روفذ، والعربة الفضائية في مد رها، برمدون شاة عادية ويتكون وحاجته المفضلة وهم في عبر اوقات العمل، سترجون سماع موسيقى المفضلة و قراءه كتاب مفضله و يقومون بالاعمال المنزلية مةورة عشر ان كل ذلك يتم في حاة انعدام الوزن وفي هذه الحاة يحدث عضم والعصلات (الدا بموتح على الرؤاد مةارسه ساريهم ارياحسه يومه) وقد لوحظ ان تأثير انعدام الوزن على الجسم البشري بعد عوده الرؤاد الى الارض، لكن انقضاء مدة رنو برمدون تلك التأثيرات كتما عصى رؤوذ قترات اطول فاطول في انقضاء



## مراقبة الرؤاد

في اذار (مارس) عام ١٩٩٢، عاد رائد الفضاء الروسي سيرجي كريكاتيف الى الارض بعد ان قضى ٣١٣ يوم في الفضاء، وقد اصبح لفحص طبي دقيق فور عودته واجمعوا ان اثره قد تعدى سافوا في مصات القلب ودوار خلال رحله الفضائية

سيرجي كريكاتيف

برشف الرؤاد السوائل بكميات الشرب، لكنهم ساءلون لوحات احفقه كالسكولانة والكلمات بصرفه عادية ونسجن وحاشهم في قر فدر وضعها لا صواني حاشه نسيه مفضوها ساء الاكل

مع حركة الدوران تستمر في الفضاء بعد نسيه رائد الفضاء سابعار وسوا



في الفضاء، يصعب التحكم في

السوائل. لاحظ (في الصورة) تكوّن الماء في كتلة مائية

## انعدام الوزن

شد حادته الارض المنسجر على احساد تكس وزن كك في مضعب هبط سرعة نجس ناك حث وزنا وهذه الظاهرة تصحتم في مركبة فضائية هبطه في محب ثنائي، بذ بهوي رؤوذ في داخلها بالسرعة نفسها مةعدة اوراقهم ونخرى الحارث على الحبوب والياب في الفضاء لدراسة تأثيرات انعدام الوزن عيه، كما نخرى تحدث علمية فعضه، لا يمكن احرزها على الارض



معينة  
الاعية ساء  
ماء فها عر

الرد سون صافه بعض

الماء ليس لائل وبعض المأكولات لأحدر

محفوظ في ثلب عر الصفيح او في ثناس لة ينة كة هي احاس عر الارض لما لطعمه الطارح فقد يناء فقط في ساءه الرحلة

## المكوك الفضائي

كان رؤوذ لادان يسون في انقضاء داخل كسولات صعدت ناصع في مقدمه عر ربح، ثم بعد ذلك ساء في ساء فكت بكت انقضاء هافه سجنه او لا يمكن استخدام انقضاء الامره احدى عا ساء رؤوذ الرؤاد لا يمكن انقضاء بسطه المكوك الفضائي، الذي يمكن عده استخدام حابه اسنة كة عه لمة انقضاء بصور ربح اخره وبعوذ تعرفه حداة عده في الارض، ونجس انقضاء ساء



بعد الهبوط، تجهز العربة محاربات وفود جديدة مدار بالاطلاق العالي

توقف العربة المدارية مستخدمها من السكبح

النظام الحواري الواقع تحت العربة امدارة من احتمال درجات الحرارة اعاليه عند دخولها جو الارض

تستأث العربة المدارية (دون اعمال مخرابها) شحيرة نحو الارض، ونخط عر مدار كطائرة عادية

مترن العربة المدارية مدارها بالذبل اولا

## مهام المكوك الفضائي

المكوك الفضائي مةعد الاستعمالات فمكن استخدامهم في اطلاق السوائل وصابتها او اعدتها الى الارض، كذلك يمكن استخدام المكوك كمختبر فضائي، او في نقل قطع المحطات الفضائية ليتم تركيبها في الفضاء. وتستغرق البعثة المكوكية حوالي سعة ادم، وقد بلغ صافهم من الرؤوذ ثمانية

## لزيد من المعلومات انظر

- احادية ص ١٢٢
- الخط الشمسي ص ٢٨٣
- الصواريخ ص ٢٩٩
- السول (الأقمار الصناعية) ص ٣٠٠
- السواير الفضائية ص ٣٠١
- المحطات الفضائية ص ٣٠٤



# المحطات الفضائية

لم تعد الرحلات الفضائية تقتصر على إقامة عابرة، فاستطاعة رواد الفضاء اليوم المكوث في محطة فضائية، تدور حول الأرض كساتل كبير، مؤهلة لعيش الرواد والعمل على متنها، كبيت ومكتب، لفترة تمتد أسابيع وشهوراً. وستستخدم المحطات الفضائية مستقبلاً كصدق يُعْرَحُ عليه الرواد قبل متابعة سفرهم عبر النظام الشمسي أو قبل العودة منه إلى الأرض. وهي أيضاً مهمة إذ يمكن، على متنها، إجراء التحارب في ظروف الحاذية الصغرية (شبه انعدام الوزن) بإشراف علماء لا مكنات - كما يستطيع الرواد إجراء التجارب على أنفسهم لاختبار سبل ومدى اصطلاح الجسم البشري بأعباء العيش في الفضاء.



## المختبر الفضائي (سكاي لاب)

طلبت المحطة الفضائية الأمريكية الأولى "سكاي لاب" على مدى خمس سنوات (١٩٧٣-١٩٧٨) بُرلاً للرواد الزائرين وهي باتساعها، كبيت متوسط الحجم، وفرت لروادها بيئة وصروف عمل مريحة للمرة الأولى في الفضاء.

يُحافظ الرواد على

بماقتهم البدنية باستخدام

المعدات الرياضية على متن المحطة،

ويأخذون قسطهم من الراحة في

أكياس نوم مثبتة بالجدران

هذه الرقعة

تُفَرِّق المواد بين

مير والأرض

ماتورات شمسية  
تُمدّ المحطة بالطاقة.

يَدْخُلُ الرواد إلى المحطة  
ويخرجون منها عبر وسائط  
هوائية في حقيبة الالتحام

هناك بيئة مُنَافِذ الالتحام في

المحطة مير؛ وهي تركيبات يمكن

الالتحام بالرحلات (الوحدات)

مها لاحقاً.

الرقعة  
الرئيسية  
مسكن الرواد

من هذه الرقعة يتم  
الرصد الفلكي.

تُدْفَأُ المحطة إلى سرعة حرارة  
٢°س، ويمكن تعديلها كما يُكَيَّفُ  
جَوُّ المحطة ليماثل جَوَّ الأرض

ستعيش الطواقم وتعمل في المحطة  
الحرية (فريدم) مُدَّةً تتراوح بين  
ثلاثة وستة أشهر في كل مرة

مخبرات خاصة تُرْسَلُ ضوئاً  
للأرض للتنبؤ عن أحوال الطقس.

الماء المُستخدَم على متن  
المحطة سَيُعَادُ تدويره  
للاستخدام ثانية

الماتورات الشمسية ستُجمَعُ  
صوَرُ الشمس لنصار  
نحوه إلى طاقة  
كهربائية

## الحرية (فريدم)

تُحَفِظُ لولابات المنحنية لإطلاق  
محطة فضائية تدعى فريدم ٢ على  
أن ينقل لمكوك اعصاريّ يضعها إلى  
بعض قطعها، ثم يعود الرواد  
بجميعهم. وسكون المحطة المُجمعة أطول من مُدَّة  
كُرَّة العدم، وسنوى شؤنها طاعم دائم من سنة رَوَد

عن غلُو ٤٨ كم،  
ستدور المحطة  
العصائية فريدم  
مرة حول الأرض  
كل ٩ دقيقة



## التجارب

علماء الكيمياء والبيولوجية والعيزياء  
سَيَمِدُون من وجود مختبر لهم في الفضاء  
يُمكنون فيه من إجراء التجارب في  
ظروف الحادثة الصغرية حيث يمكنهم  
معالجة بعض المواد (كالمعادن أو  
المخمومات الكهربائية) واتجاهها بمستوى  
من الدقة لا يتوفر على الأرض.

## لمزيد من المعلومات انظر

- الحاذية ص ١٢٢
- السواتل (الأقمار الصناعية) ص ٣٠٠
- السواير الفضائية ص ٣٠١
- الإنسان في الفضاء ص ٣٠٢

## المحطات الفضائية

١٩٧١ أطلقت ساليوت، أول محطة  
فضائية روسية

١٩٧٣ أطلقت سكاي لاب، أول محطة  
فضائية أمريكية

١٩٨٠ سكاي لاب يعود إلى جَوَّ الأرض  
وتستقر.

١٩٨٣ أطلس نيسل لات، أول مختبر  
فضائي مُصمَّم لهدف مُعَيَّن

١٩٨٦ أطلقت مير، أكبر محطة فضائية،  
من بيكونور، في روسيا

١٩٨٧ رائد الفضاء الروسي ثوري

زومايكو يعود من مير إلى أرض بعد  
تسبب رفقته قارب للمكوك في بعض  
٣٢٦ يوم

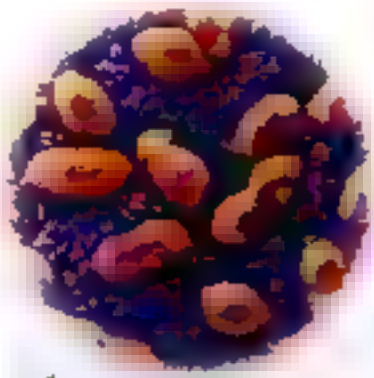
ضخمة لشواطئ شمسِي انقُصت من المحطة  
لفضائية سكاي لاب



## الكائناتُ الحيةُ

الكائنات الحيّة حواليك في كلّ مكان تقريبًا. ففتانة حُرّ قد تحيلُ فطرًا دقيقًا؛ وملعقة من ماءِ الهر قد تؤوي أشكالًا متعدّدة من الأحياء المجهريّة المختلفة تنشر الكائنات الحيّة عبْرَ مناطق شاسعة من اليابسة وفي المحيطات بينها. حتى في أشدّ الأصقاع قسوةً، كالصحارى الجافة اللاهية أو قمم الجبال القارسة المتجمّدة، توجدُ بعض أشكال الحياة وتكاثر. عِلْمُ الأحياء (البيولوجية) هو عِلْمُ الكائنات الحيّة، نباتات وحيوانات - المجهريّ منها والفاوق المَحْمِ الأضخم. يدرُسُ البيولوجيون الكائنات الحيّة لكتشفوا كيفَ تعملُ وكيف تتربطُ معًا في نمط الحياة المُعقّد على الأرض.

مَعْرِيا (حر اشم)



قطر



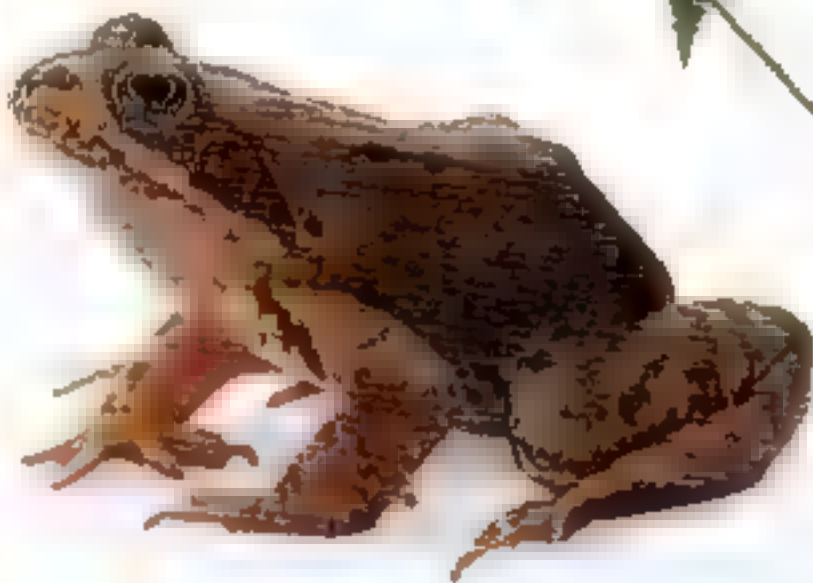
سید محسن



早 10:00-11:00

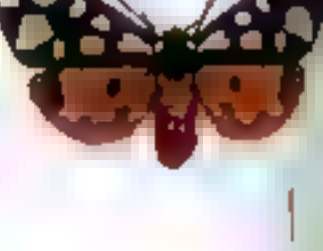


حفظہ



## المُنْعَضِيَّاتُ وَالْأَنْوَاعُ

في مضمحل أو لوح حر، المعضلي هو أي شيء حي، فأخرونم والنسبة والحشرة، كما  
تكون الشري، كلب معضلات وأنوع مضمحل آخر يستعمل عادة في علم  
الاحياء - بمعنى مجموع من المعضلات تستطيع التوالد فيما بينها كالأسود أو  
العداء والمعضلات نو دة علاه ينسج الى أنواع مختلفة، كل منها يستطيع التوالد  
(المثل) مع أفراد من نوعه فقط، ونسج مع أفراد أي نوع آخر والمعضلات بعضها  
في عصب منفصلة، لكن أحياناً بعضها أفراد النوع الواحد ونسج الشرايط مع في  
نفسه (كجماعة كبيرة)



سَنَارُ (عَرَاشَتُ لَمْعَةٍ) بِشَعْلَةٍ مُكْمَلَةٍ

كيف يعمل علماء الأحياء؟

جلال حسن التاسع عشر، كان أعمدة عباد من سائر حواريات بعد فنيها  
وتمتعها بالخير من أعمدة هي حدة من مجموعته من جهة في فحيف بعد في  
الأمة من سائر جميع أعمدة من جهة من ثوبه من حواريات فنيها، لكنه يفتقر  
منها من أعمدة من سائر حدة من جهة من ثوبه من حواريات فنيها، لكنه يفتقر  
منها من أعمدة من سائر حدة من جهة من ثوبه من حواريات فنيها، لكنه يفتقر  
منها من أعمدة من سائر حدة من جهة من ثوبه من حواريات فنيها، لكنه يفتقر



## الحياةُ الخفيةُ

مع أن هذه الآية تنبؤ عجيبة الحياء، فهي في الواقع حجة شمر، تكاد تكون القاطعة الحجة (اليونس) وكما نرى، كما نسمى هذه الآية، سمع في المأطوق الحائقة من اذينة الخونة، وهي تسمى قصة امرأة معصوم بن اسمه، لكنها في موسى تكاد تكون من هذه، وهذه الآية، يحدث لحشرات نفس غار قطع من شئ في أخرى وبعد انفسهم، نرى انفسهم في شئ

## إِسْتِكْشَافُ الطَّبِيعَةِ

كار لعالم الطبيعي الإنكليزي، هيري يش (١٨٢٥-١٨٩٢)،  
من أوائل العلماء الأوروبيين الذين تفحصوا وحدة البرية في  
عابيات الأمازون المطيرة في أمريكا الجنوبية. وقد جمع الكثير  
من الأنواع الحديثة ووصف سلل تفصيلها لبقاء ولا يرث  
لعلماء اليوم يكتشفون أنواعا جديدة. لكن في الوقت نفسه،  
هناك أنواع عديدة أحدها بالإنقراض، بسبب ما يلحقه الإنسان  
من ضرر بالغه



فریدریخ وُہلر

جميع مكاسب أخته  
 حقوق شركاء كربونة  
 وقد ظل أعضاء الخمسة حتى  
 اشترى اثناسيوس عشر يعتقدون أن  
 اشركاء الكربون في مكاسب  
 حية مخفية عضوياً عن تلك  
 اللاعضوية المتواجده في الكائنات غير  
 الحية. لكن في عام ١٨٢٨، دحض  
 ماي، فريديريخ وهاو (١٨٠٠-١٨٨٢)،  
 مكاسب تعرف بالمعادنة الحيوية،  
 بوزن، الشركاء الكربوني سوني في  
 مركب سواحد فقط في مادة  
 نحتة



# من خصائص الحياة

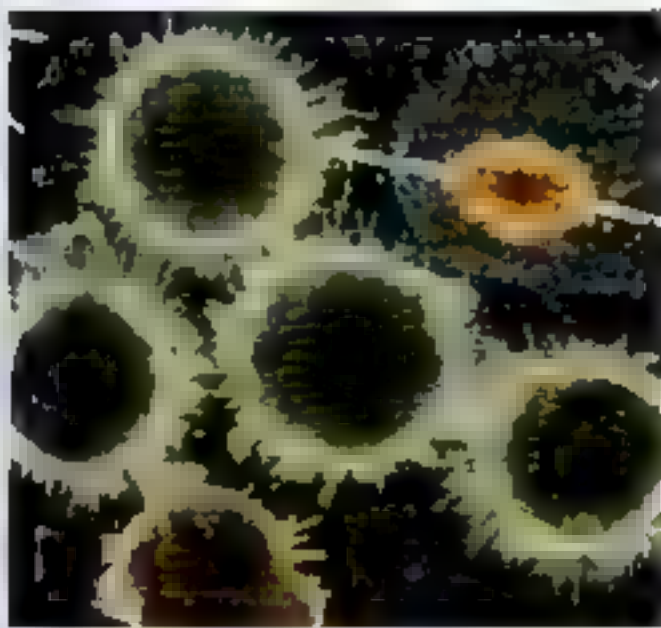
تُوجد الكائنات الحية في أشكال وحجوم كثيرة مختلفة، تتراوح بين أشجار يريد ارتفاعها على علو مبنى من ٢٠ دوراً، وبين بكتيريا أدق من أن ترى بالعين المجردة. نقضي النباتات حياتها مُستقرة في الموقع نفسه، لكن معظم الحيوانات يحوّل مسافات شاسعة عبر الهواء أو على اليابسة أو في البحار. ورغم هذه القوارق، تتميز أشكال الحياة جميعها ببعض الخصائص المهمة - فكلها تتغذى بمواد أولية، إما كوع من الطعام أو كمواد أبسط تركيباً. وكلها تستخدم التفاعلات الكيميائية لاستخلاص الطاقة من هذه المواد؛ وكلها تنتج فضلات في هذه التفاعلات. والطاقة التي تحصل عليها هذه الكائنات تمكنها من النمو والتناسل والاستجابة لمؤثرات البيئة من حولها



## الحياة النباتية

النباتات مُستقرة في مواقعها، لكنها حية كسائر الكائنات الحية. فشجرة صنوط، مثلاً، تستلخ الطاقة من ضوء الشمس، وتحتل بها عدة استخدامات في نموها وتكاثرها. ومع أن لشجرة عذبة عصاة الخشب الحادة، فإنها قادرة على سده الضوء والاستجابة به

التفاعلات الكيميائية  
وحرارة المادة توفر  
لها طاقة المحرك والدفء

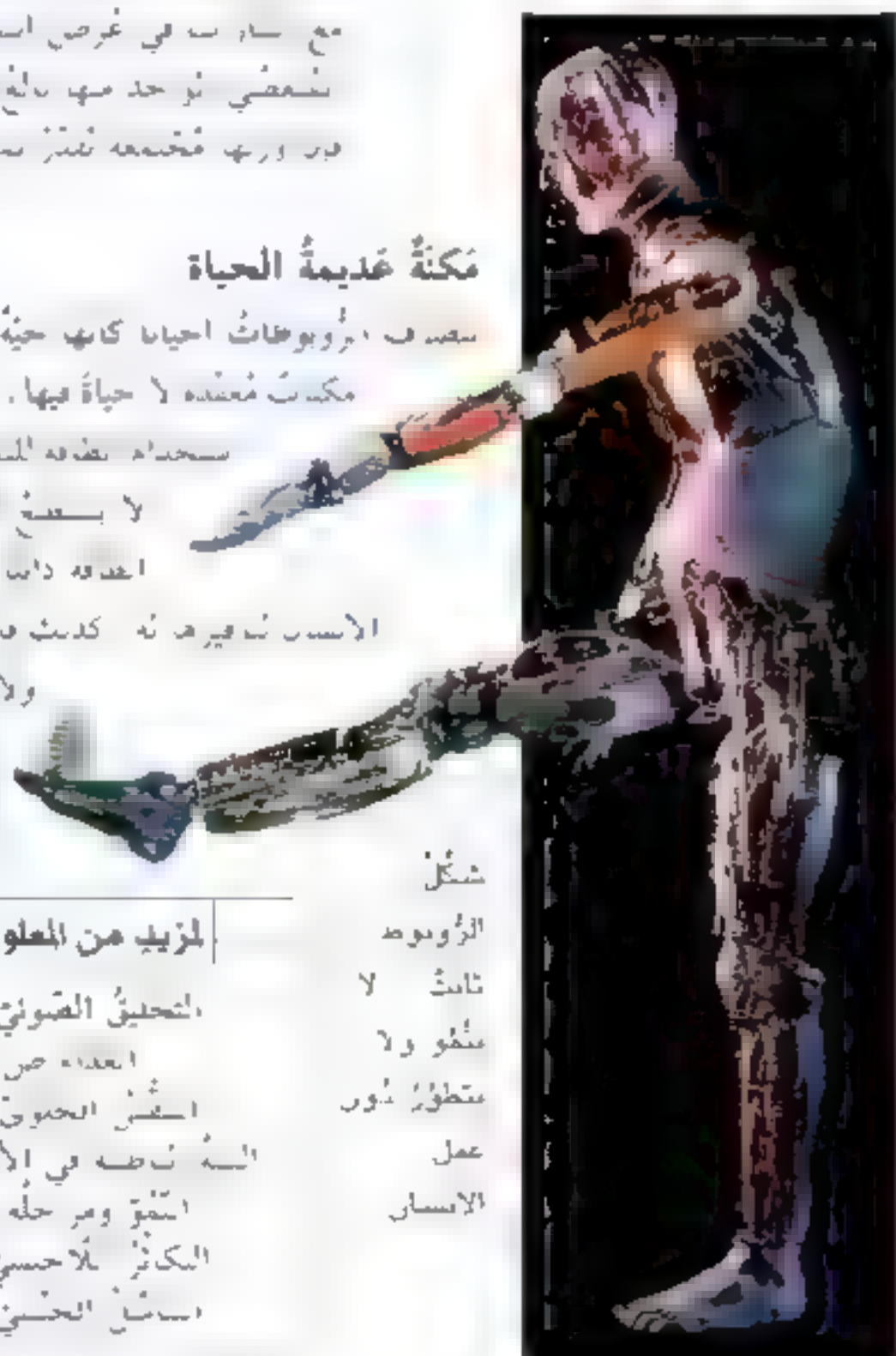


## الحياة الموقية

نصف أشكال الكائنات الحية صغرى حية من حيث كبر هذه الكائنات الموقية. هذه الكائنات الحية تتحرك مع سائر الكائنات في غرضها، ورغم أن بعضها لا يتحرك، إلا أن بعضها يتحرك بسرعة كبيرة. فبعضها يتحرك بسرعة كبيرة، فبعضها يتحرك بسرعة كبيرة.

## مكة عديمة الحياة

بصرف الروبوتات أحياناً كائنات حية، لكنها في الواقع ليست كذلك. فبعضها لا يتحرك، فبعضها يتحرك بسرعة كبيرة. فبعضها يتحرك بسرعة كبيرة، فبعضها يتحرك بسرعة كبيرة.



شكل

الروبوت

ناتج

نمو ولا

تتطور دور

عمل

الإنسان

## لمزيد من المعلومات انظر

- التحليل الضوئي ص ٣٤٠
- البناء ص ٣٤٢
- النقل الحيوي ص ٣٤٦
- النسبة في الأحياء ص ٣٥٠
- النمو ومرض حله ص ٣٦٢
- الكائنات الحية ص ٣٦٦
- النسب الحيوي ص ٣٦٦

تستخدم صفا  
الغذاء طامه  
الطعام وتعداته  
تتغير

الماء، السائل، السائل  
الغذاء، السائل، السائل  
ثاني أكسيد الكربون  
بمعدلات مختلفة

تستخدم الفارة الأرضي  
طاقة الطعام وتعداته  
المواد الأولية لتساعده  
تتغير

## خصائص الحياة

المهمة اليومية لملحمة من هذه الكائنات هي إيجاد الغذاء لتزويد حادها بالطاقة وهي تستخدم حواسها لتفحص ما يمكنها أن تأكله ولاحساب الخطر. فكلما كانت حادها في حلايا حاد الفارة فحطت على الصفا، وتنتج ثاني أكسيد الكربون كمنتج فضلاتي. وبعد الفارة من المعدة في الصفا لساء حلال وإجراء حسنة جديدة. وفي غضون ستة أسابيع من ولادتها تنتج الفارة مرحلة النضج والتكاثر

## نظام من الشواش

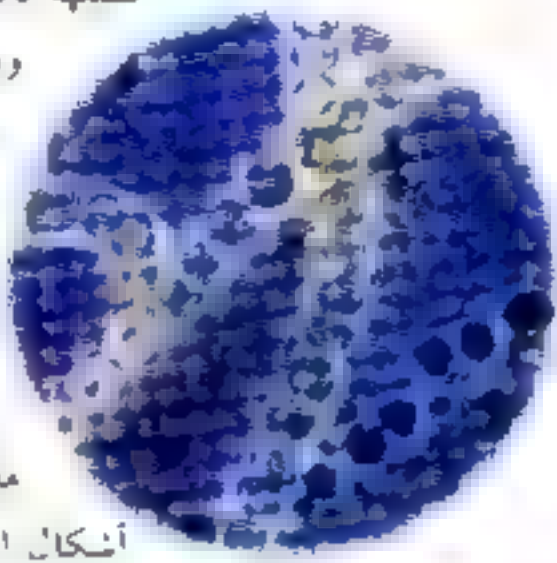
يزنحني بعض الدمية بدرجنا، فبعضها إعادة شدة تدوير مفاحة وقد تضاد الدمية أو تكسر بعد وضع سواد هذا من طبعه الكائنات الحية. أما الكائنات الحية فتعمل بطريقة مختلفة فهي تأخذ الصفا وتستخدمها في بناء نبي معينة كحلايا والمخار وهذه الفترة على حلق نظام معين من شواش حاضه فربما تتميز بها الكائنات الحية، وهي تفقد صفا بالموت

هذه الصفة كانت بيتاً بؤتي صدي - وهو خبوان بحري من الزخريات، فمع نمو الحيوان تتنامى صفاه أيضاً بإفرازه الكالسيوم! وهذا يتلور تدريجاً لتكوين صفا جديدة

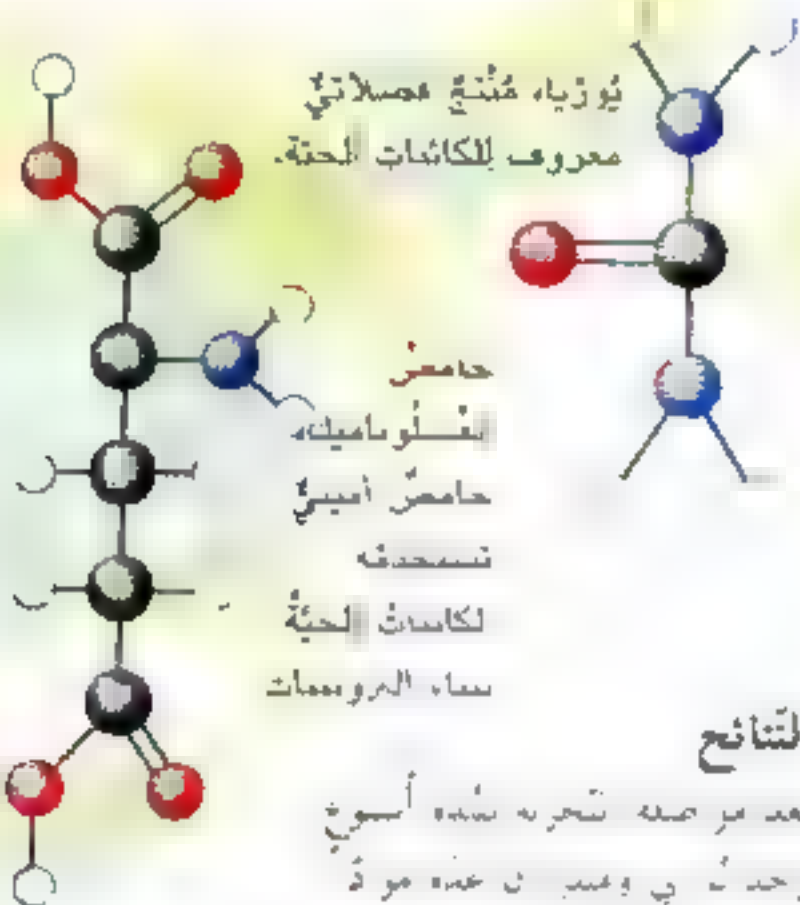




هذه القنابل الحضرية المزرقة البطة  
تُشبه سبات نسي سياتوكر  
وهي سنوطين عدة اجياد  
الصنعة ونصنع عنها  
بالخلق الصنوي وقد  
وجد الحولويون حذائل  
أحمررة من هذه النكترا  
يعود تاريخها إلى ٣٥٠٠  
مليون سنة مما يشير إلى أن  
أشكال الحياة هذه كانت بين الأقدم  
على الأرض

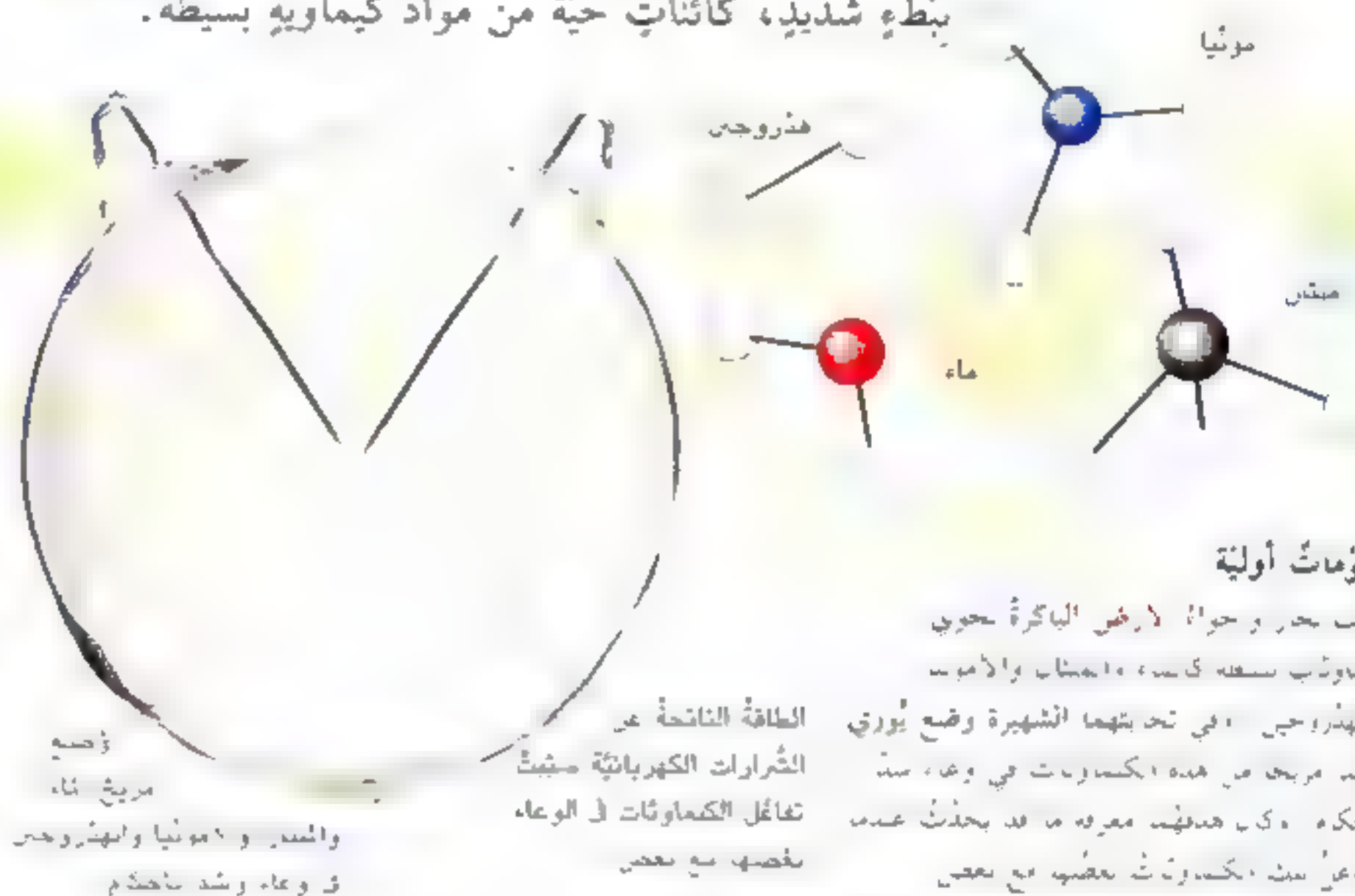


وُجِدَ كَوْنَتِ الْأَرْضِي مِذْ حَوَالِي ٤٥٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ؛ وَفِي سَبِيلِهَا الْأُولَى، كَانَتْ الْأَرْضُ حَارَّةً جَدًّا وَمَحْصُوفَةً بِالْمَحَاطِرِ لَا يُمَكِّنُ لِكَاثِلٍ حَيٍّ الْعَيْشَ فِيهَا فَقَدْ كَانَتْ نَقْصُمُهَا الرُّخْمُ وَالْيَازُكُ، وَتَمَرَّقُهَا الْإِنْمَجَارَاتُ الْبِرْكَانِيَّةُ وَحِينَ أَخَذَتِ الْأَرْضُ تَبَرُّدًا صَارَ سَطْحُهَا أَهْدَأَ، فَتَكَوَّنَتِ الْعُومُ، مِنْ بُخَارِ الْمَاءِ فِي الْجَوِّ - الَّذِي ابْتَعَثَتْهُ الثَّوَرَانَاتُ الْمُسْتَمِرَّةُ، وَهَظَلَّتِ الْأَمْطَارُ. وَفِي ذَلِكَ الْمَاءِ ظَهَرَتِ الْحَيَاةُ مُنْذُ أَكْثَرِ مِنْ ٣٥٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ. بَعْضُ النَّاسِ يَعْتَقِدُونَ بِخُصُوصِيَّةٍ حَقِّ مُخْتَلِفِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ، أَيَّ، إِنْ كُلُّ نَوْعٍ خَيٍّ قَدْ خُيِقَ حَلْقًا حَاضًا. لَكِنَّ مُعْظَمَ الْعُلَمَاءِ يَقُولُونَ بِنَشْوءِ الْحَيَاةِ عَنِ سِلْسِلَةٍ مِنَ التَّدَاعِلَاتِ الْكِيمَاوِيَّةِ الَّتِي حَدَثَتْ إِتْفَاقًا؛ وَعَلَى مَدَى مَلَائِسِ السَّيْنِ، بَنَتْ تِلْكَ التَّدَاعِلَاتُ، بِطَوِّ شَدِيدٍ، كَائِنَاتٍ حَيَّةٍ مِنْ مَوَادِّ كِيمَاوِيَّةٍ بَسِيطَةٍ.



## المناقشة

حسبنا فنعلم انه يكون **يها بعض**  
 الاحماض الامينية. هذه الاحماض هي كيموالت  
 مهمة. كل واحد يكون سروريات - التي هي وحده



مَقْرُوعَاتُ أُولِيَّةٍ

كتاب بحر و جواهر الارض المأثرة بحوي  
كما وثب بسفله كتاب الامثال والامور  
و يذكر وجوه التي تحدثها الشهيرة وضع يوري  
ومن مبحث من هذه الكمالات في وعاء ستر  
بحكمه كتاب هدفه معروفه ما قد يحدث عدم  
تلك عن بعض الكمالات بحسبها بح يعنى

## مهذّب الحياة

[illegible]

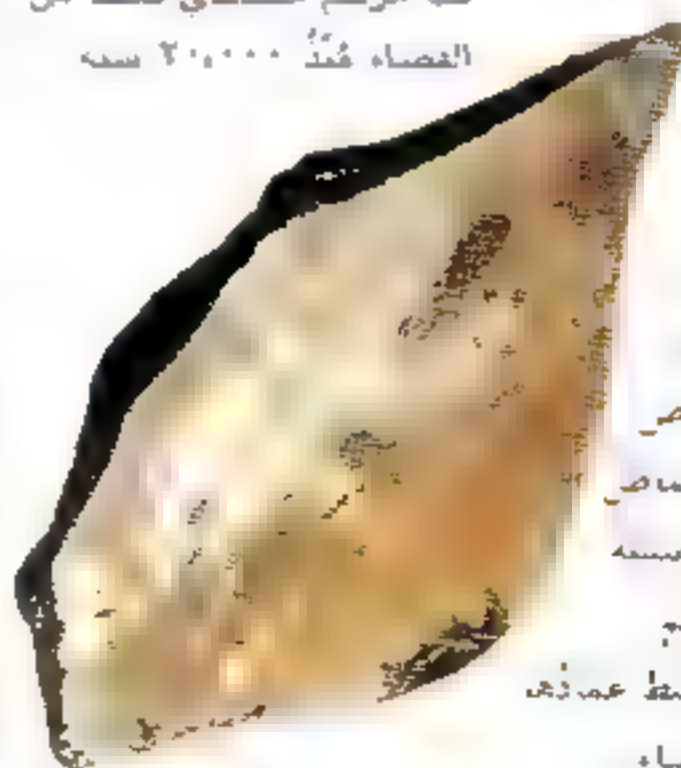
## حياة من حياة

فما مضى، اعتمد بعضهم في كتابات حقه على  
أن تكون حجة من مواد عديده حذفت فكروا  
بفسورها، فبالأحرار كتابات كتابت منه في  
الكتاب، لكن السجرات هي آخرها كل من  
الكتابي لار و سلاترسي (١٨٢٩-١٨٩٩)  
والعالم الفرنسي لويس باستور (١٨٢٢-١٨٩٥)،  
الذين جعلوا من كتابات حبه، كما  
عرفها يوم تكون دينا حونا

## التكاثر الكيماوي

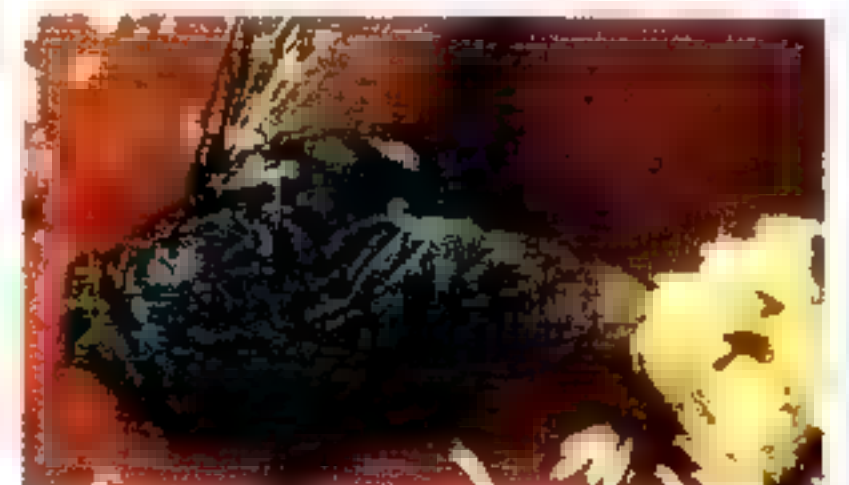
قد يكون الحجة ذات بريق سطوة كان  
يكون مَرَكَّتْ كمدوني دخل فيها في سنة  
من بدعالات البحث تسعة عشرة. ولما  
هذه تسعة عشر بدعالات ميسرة. كَرَّرَ  
تسعة عشر أيضا فيكون الحُرُكُ  
للمدوني بذلك قد تمكّن من التكاثر -  
الذي هو من حصص المادة الحية

[لرید من المعلومات أنظر]  
 مکتوب ص ۴۰  
 اهد روحی ص ۲۷  
 لار ص ۲۰۹  
 لجلل ص ۳۳۸  
 محقق صوفی ص ۳۴۰  
 اور اثبات ص ۳۶۴



## الحياة في كواكب أخرى

اذا كانت الحياء قد تناسبت اندماجا  
 على الارض عند غلاب كحماوية  
 طرية. فمن الحصى ان يكون قد  
 تناسبت في ماله اخرى من كوكب  
 من طرية نفسها فالحياء على الارض  
 عمادته المركبة الكروية تلاحص  
 لامية وقد وجد علماء متدبر صسبه  
 من هذه الاحصاء في بعض الترخيم  
 كما كسب اشكول كسويات اسفل عمادته  
 يكون في العمل شئت عن اعضاء



تَصِفِي الْمَدَامَةَ الْبَرْقَاءَ (كَالْبَيْعُورِ الْفُجُورِ) بِمُوصَفِيَا عَلَى  
الْحُجْمِ، فَتَصِفُ لِيَرْغَبَ فِيهَا، بَعْدَمَا تَقْشُرُ، نَوَافِهُ وَفَرْدَ مِنْ  
الْعَدَاءِ



# التطوُّر (النشوء بالتحوُّل العضوي)

نحن لا نستطيع العودة بالزمن مئات ملايين السنين إلى الوراء لنرى كيف كانت الكائنات الحيّة. لكن بإمكاننا تعرّف الكثير عن الماضي السحيق بدراسة الأحافير. فالأحفورة تتكوّن بأنطمار الكائن الحيّ تحت الوحول والأثرية، فتُحلّ أجزاءه الطريّة، ناتًا كان أم حيوانًا ولا يبقى منها أي أثر. أمّا الأجزاء الصلدة كالسُوق والعظام والأسنان والصدف فتتحوّل ببطء شديد. وتبيّن الأحافير من شتى أقطار العالم أنّ الكائنات الحيّة قد تغيّرت تدريجيًا على مرّ ملايين عديدة من السنين. فبعض الأنواع انقرضت، وتنشأت أنواع جديدة من أنواع أقدم في عملية تغيّر بطيء تُدعى التطوُّر.

الاركيوثيريكس كان ذا  
سماوي وسية الشكل.  
كاسار الزواحف معاً



حشمت بحم  
فرح الذخاج

رخلا ماميل طوبلس  
مكشومان بالزيش

## حلقة بين الزواحف والطيور

يُعتبر في المصادر على أحفورة تُسمى كسبة تشو فنة رئيسية من الكائنات الحيّة من فئة أخرى. من نواحي الأحافير هذه الاركيوثيريكس تعني اللفظة الجناح القديم وتبيّن الأحفورة حيوانًا ذا خراشف وأسنان كالزواحف، وريش كالطيور. من ذلك يستنتج البيولوجي، بشبه اليقين، أنّ الطيور قد تطوّرت من الزواحف

دليل طويل كدليل الزواحف

## تطوُّر الحصان

تبيّن الشواهد الأحفورية أنّ الحصان المعاصر قد تطوّر من أسلاف أصغر كثيرًا ذات نمط عيش مختلف. بدأت سلسلة الحصان القديم، هيركوتيريوم، كان بحجم كلب صغير، وكان رُباعيًا لأصابع في حفر في القدمين الأماميتين يُعاش برعي أوراق الشجر. وعلى مدى ملايين السنين، نزل حجمه سلالاته وتحوّل عذوه من ورق أشجار إلى الأعشاب كما طالت أرجله وقلّت أصابعه لتُحفر فيها، ويُسّر لها دث سرعه للهروب من أعدائها في الشهور المكشوفة



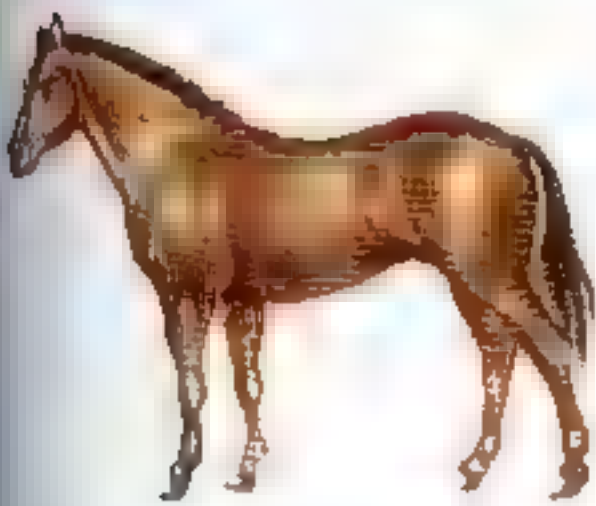
عاش الاركيوثيريكس منذ  
أكثر من ٥ مليون سنة  
وتعلّق كارتيلاج إلى الاحياء  
من اعدائه لصغر حجمه  
وعشره عن سرعه العدو



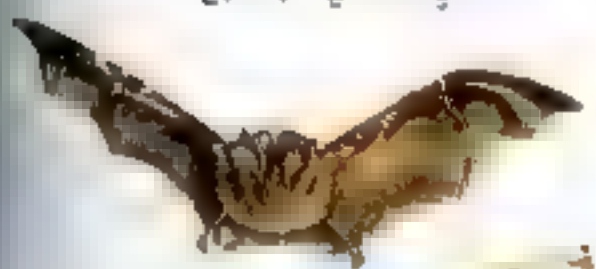
الميزوهيپيس عاش منذ  
حوالي ٣٠ مليون سنة  
وكانت قوائمه أطول  
وقدماء الاماميتين  
ثلاثية الاصابع



ظهر الميريكيپس، أوّل الخيل  
العاشية، منذ حوالي ٢٠ مليون  
سنة، وكان ثلاثي اصابع  
الحافر أيضًا - لكن إحداهما  
اتحدت شكل حافر كبير



إيكووس، الحصان المعاصر نشأ منذ  
حوالي مليوني سنة، وكان عاشيًا  
أيضًا! ذا حافر أحادي الإصبع



حناج الحفاش بحوي

محموعتين من عظام «أذراع»  
ويتمسّط خمس محموعات من  
عظام «الاصابع» اطويلة

## نمط مشترك

يقول التطوُّر عنى منهاه اشياء متواجده فتلا بعد التطوُّر أخذ  
الأنواع إلى أنواع أخرى. محتفوه شكلًا، لكنّها تشترك في الشبه  
الأساسي ذاته، والشبكات (الشذيات) من حيث على ذلك، داخلها  
الأمممة متعددة الأشكال والأحجام عمومًا يودع محتفوه من  
الشابه في الظفران لكنّ البنية الأساسية لها جميعًا متماثلة،  
مما يوحي بأنّ اللّوات قد تطوّرت من سلف مشترك



زعبية الذّلعين  
الاماميّة تحوي  
مجموعتين من

عظام «الأذراع» وخمس  
مجموعات من عظام «الاصابع»

الذّراع الشريّة بحوي مجموعتين  
من العظام الطويلة، وتتألف اليد  
من خمس محموعات من عظام  
الاصابع



## جورج لويس بوفون

في القرن السابع عشر، كان  
الاعتقاد سائدًا أنّ للكائنات  
الحيّة خصوصيّة الحقن  
والّ كلّ نوع من سبب أو  
الحيوان ذو حصان ثمانية لا  
تحوّل وهو رأي لا يرا  
بعض الناس يقولون به وكان

انكوثت هوسبي، جورج لويس بوفون (١٧٠٧  
١٧٨٨)، لعالم طبيعي لثري، من أوائل  
المُشكّكين بفكرة الحقن الحاصل خلال أحداث  
أجراه مهيد، يُؤيّد «التاريخ الطبيعي» في ٤٤  
مجلدًا. فهو ارتأى حتميّة أنّ بعض أنواع  
النباتات والحيوانات أنتجت أنواعًا أخرى؛  
فكان بذلك من أوائل من كتبوا في موضوع  
النشوء والتطوُّر.



## لزيد من المعلومات انظروا

- الأحافير من ٢٢٥
- آلية التطوُّر من ٣٠٩
- تصنيف الكائنات الحيّة من ٣١٠
- الزواحف من ٣٣٠، الطيور من ٣٣٢
- الوراثيات من ٣٦٤
- حقائق ومعلومات من ٤٢٠



## آلية التطور

لماذا تتغير النباتات والحيوانات ببطء من جيل إلى جيل؟ لقد جاء الجواب عن هذا التساؤل متوافقاً من عالمين بيولوجيين، توَصَّلا إليه مُستقلين في القرن التاسع عشر، هما تشارلز داروين وألفريد راسل والاس. فقد عَرَفَا أَنَّ أفراد النوع الواحد تتباين قليلاً فيما بينها، وأن هذه التباينات يُمكن أن تتقل إلى الجيل التالي. ولم تغب عنهما حقيقة أَنَّ أفراد النوع الواحد، كما سائر الكائنات الحية، تتنافس على الموارد الضرورية، كالطعام، من أجل البقاء. وأنَّ الخلف ذا التغيرات الأكثر ملاءمةً للبيئة هو الأوفر حظاً بالبقاء والتناسل. وهكذا يتطور النوع، بالانتخاب الطبيعي، ليصبح أكثر ملاءمةً لبيئته وطرائق عيشه.

شُرشور الشوكة يَنْتَشِ شوكه صغار في معاربه  
لانتقاط الحشرات من بين شقوق اللحاء

الشُرشور الضارب هو  
المفاز الحاد المستند  
الصرف يقتصر عدوه  
على الحشرات



شُرشور  
الشجر الصغار يعضي بالحشرات  
اسي يلعشها بمعدنه  
الدهيق

شُرشور  
الطائر الارضي  
حاد المفاز يقتدي  
بالشور عالنا مع بعض الحشرات.

شُرشور  
شجر ذو اسنار الاعف مدني  
بعضي داعم لشجر ووراعها

## شُرشوريات غلاياغوس

خلال رحلة حول العالم، استغرقت 5 سنوات على متن البارجة البيغل، جال تشارلز داروين، عام ١٨٣٢، في جُرر غلاياغوس النائية بعيداً عن الساحل العربي لأمريكا الجنوبية، حيث شهد العديد من الحيوانات العريضة بما فيها ١٣ نوعاً من طائر شُرشور درس داروين هذه الأنواع في مختلف الجُرر بعناية ملاحظاً نقاط الشبه والاختلاف فيما بينها. فتوصلت له فكرة نُحدرها من أصل واحد جاءها من البر الرئيسي. فالشُرشور الأصلي كان يعضي شجر ويزرع على الارض، لكنَّ أنسأله طورت أشكر مائدة محضمة واسناب عيش فسيبة، بحث أن كلاب البرر أصبحت ماقبها كبيرة وقوية، بينما آكلات الحشرات غدت مناقبها رفيعة مُستندقة الطرف

## تأزغ البقاء

وصف هذه العنكة من الشوكة، لكن  
صغارها هم سلم حشوها وسنوت  
الكثير منها قبل أن سمك من  
سائل وولا يفسر شوكات على اصحاء  
ونحوه، لاقتوا من  
شيوته، يكسب اعانك  
الكسب العالم



عنكة تحمر صغارها  
عن صورها

## الانتخاب الاصطناعي

لا يحدث تغيرات صس أنواع طبعاً  
دوماً، فتنظر بؤبؤ على هذه الأهرار هي  
عنسات صطدغة سحب معرطن سه  
بلاسة اسنابه هذه الأشعة عبرت التركيب  
حسي (ورئي) في السه حيث اسناب  
هذه تنظر للوثة في احبل ثاني، ونمكن  
نكبر هذه حاصه لنحقيقه باسمات هذه  
سبب سبب لاصطاعي، نل لعن على  
شُر التغيرات البائية والحيوانية هكذا هو  
انتخاب اصطناعي



## تشارلز داروين وألفريد راسل والاس

خطرت نظرية الانتخاب

الطبيعي، أو بقاء لأصلح  
كما تُسمى أحياناً، لكن

من داروين (١٨٠٩-١٨٨٢) والاس

(١٨٨٢) ووالاس (١٨٢٣-١٩١٣)

ا وقتل نشر أعمالهما عام ١٨٥٨،

اعتمد بكثرون أن السمات وحيوانات

تطور بغير حلال حسابها، وأن هذه

استغرب المنكبه بصل من حل، نى

احر فحدث التطور عبر أن داروين ووالاس

مدنا شاب تدغم نظرية الانتخاب الطبيعي، وفي

العام ١٨٥٩، لتخص داروين نظريته في كتابه «أصل الأنواع»

الذي لا يزال من أهم الكتب الرائجة

## تطور الرعوث

لانتخاب الطبيعي لا يجعل الأنساء أكثر أو  
أكثر تعقيداً دائماً، فكثيراً ما يمكن في أنحاء  
مُعَاير. هي زمن قديم، طور أسلاف المراهيت  
أحبة؟ لكن هذه الأحبة لم تعد لمرعت  
ولا لامت طراس عشب، وسبح للانتخاب  
طبيعي، فقد مر عبأ أححبها فسعصه  
عبه بصور فواء حنفة قوية تُمكنها من القفر  
على من عشبها



رعوث الارام (شيللويسيس  
كوسكولى) معدني دم الارام

مقلبات البؤبؤا هذه حدثت  
بالانتخاب الاصطناعي

## لريد من المعلومات انظر

طور ص ٣٣٢

الحركة ص ٣٥٦

الوراثة ص ٣٦٤

الاسناب الحسني ص ٣٦٧

الضجاري ص ٣٩٠

حدث ومعلومات ص ٤٢٠

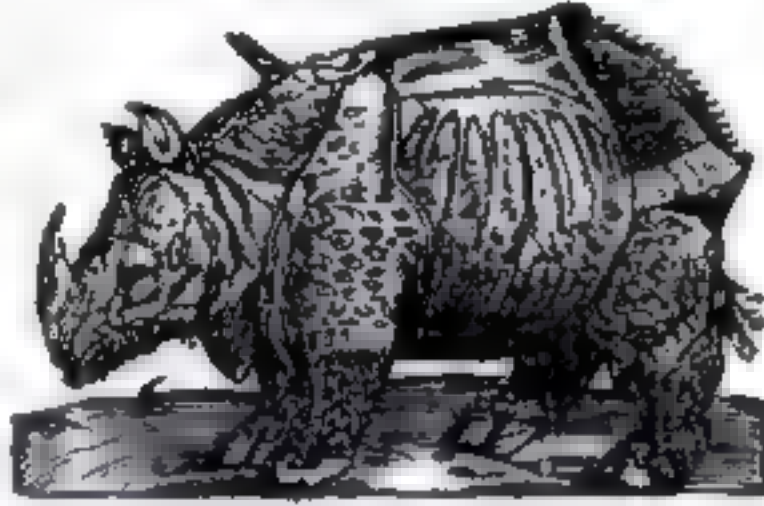


## تصنيف الكائنات الحية

قبل أن تُصنح البيولوجية علماً بوقت طويل، استخدم الناس  
أسماءً عاديةً للنباتات والحيوانات المألوفة كانت غالباً

تصنف مظهر الشيء ومكان تواجده ومجال استخدامه.  
لكن هذه التسميات لا تناسب العلماء لأنها تختلف  
من لغة إلى أخرى. وحتى في اللغة ذاتها تُطلق عدة  
أسماء على بعض الكائنات بينما البعض الآخر لا  
اسم له. في القرن الثامن عشر ابتدع عالم  
النبات السويدي لينوس طريقة لتسمية الكائنات الحية  
وتصنيفها في مجموعات. وفي نظامه التصنيفي الثنائي  
التسمية أصبح لكل نوع اسم خاص به، يميزه، وأيضاً يُبين موقعه  
في عالم المتعضيات الحية.

وحيد القرن



أسماء سهل تذكرها

من أبداع لنوس نظامه الثنائي التسمية،  
كان الخشخاش يسحقون أسماء لائمه  
وضعه بسميه اسباب وحيوانات لهذا  
البرسم لوحيد القرن في كتاب حيوان في  
العرون الوسطى يحمل اسمه لايه معنى  
الفرز الألف

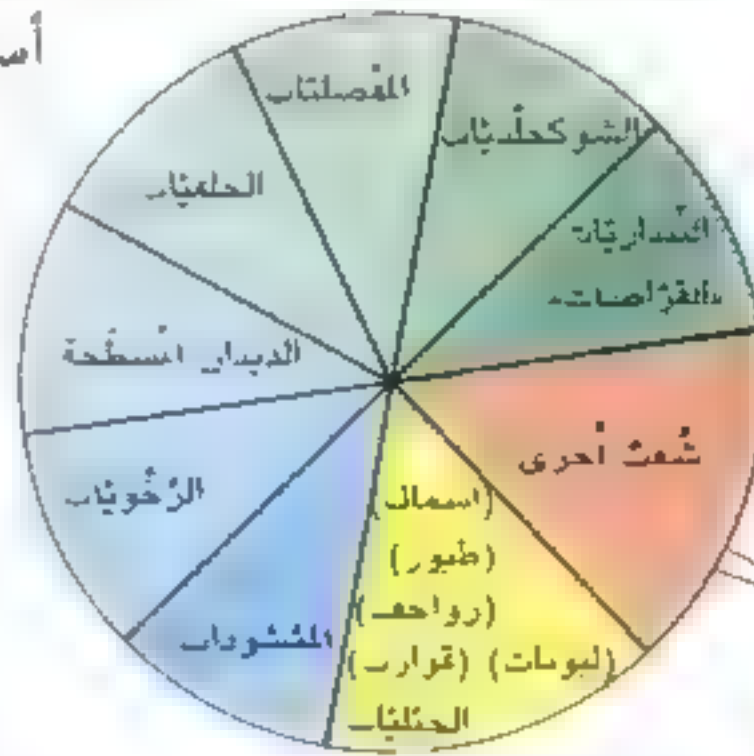


تغير الأسماء العلمية

كبر ما تغير الأسماء العلمية عندما يكتشف  
علماء الأحياء علاقات جديدة بين نباتات  
البحر. فقد صنف لنوس نبات الخرش  
الأرضي في جنس أوفثوس وسبعة ندرسات  
علمية، فقد أعيدت تسميته عدة مرات وتصفت  
الأل مع جنس الإسفيل (سيللا)

النوع الحارون الشحني الشكل  
(هيكس بوداشا)جنس الحارون  
(هيكس)

بضم جنس الحارون عدة دواع مشابهة حد، نكل منها سة  
عمي ثنائي التسمية الخزة لأول من الاسم يعين جنس الذي  
تنت إلى جمع الأنواع في هذه الحدة الحارون  
(هيكس) والخزة الثاني يعين النوع دة - وهو لنفوق الرومي  
بومات وبمي شحني الشكل. وهكذا، فالاسم العلمي الكامل  
للفوق الرومي هو الحارون الشحني الشكل.

هذا المخطط يبيّن بعض  
الشعب في مملكة الحيوان

شعبة الرخويات

بضم شعبة الرخويات حوالي  
٩٠٠٠٠٠ نوع منها بحرية

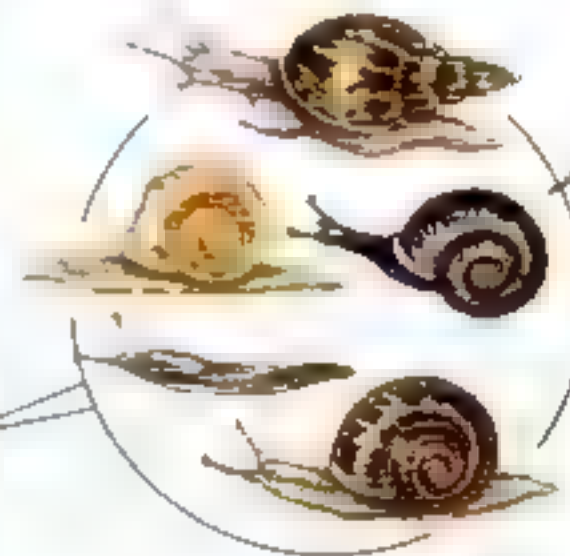
أحدى أكبر الشعب في عالم الحيوان  
تضم جسم الحارون الرخويات دة  
في نمرز صدفة ضنة في بعض الأنواع تقسم  
شعبة الرخويات إلى سبع صواف والموقع الرومي يسمي  
إلى صفة بضم لاداء

طائفة بضم الأقدام

تطليات الأقدام ذات قدم عضلية شبه مضادة يتحرك  
الحيوان رخفا عليها. ولأغلبية هذه الحيوانات رؤوس تن  
بداصل وغيون فوق بواصها. وسأف هذه الصفة من  
ثلاث طويطات، والموقع الرومي دو دة. بدا ضف في  
طويطة الرخويات

طويطة الرخويات

نفسه هذه الطويطة إلى رئيس فانفوق  
الرومي بسموطين لاسه. دة عس في طرفي  
لامه. لد ضف في رة دة البوامس حامة  
القبول  
(سيلومافورا)



رئة سيلومافورا

بضم هذه الرئة أصفا عديدة من  
الرخويات الهوية النفس التي  
سنوطين لاسه. دة عس في طرفي  
لامه. لد ضف في رة دة البوامس حامة  
القبول  
(سيلومافورا)

فصيلة الحارونيات

العصنة في النصف  
البيولوجي يعني مجموعة من  
الأنواع وجمع الفصل  
توجد مجموعات من الأنواع  
تدعي أجناسا. القوق  
الرومي يسمي إلى جنس  
الحارون لأن صدفة حلزونية  
الشكل

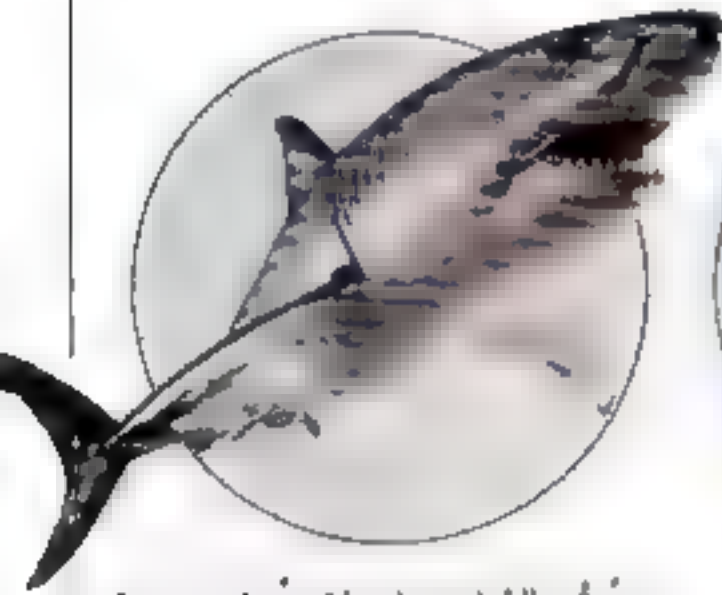
التصنيف

لقد بنا على هذه الصفحة نسو تصنيف  
نوع واحد هو القوق الرومي  
لاحظ أن التصنيف بدأ بعالم الحيوان  
في أعلى الصفحة وأحد يحصر حتى  
تحديد نوع واحد في أسفله - نة  
لحصائص متوعة هذه الفئات  
لتصنيفية اندعها البيولوجيون كأقسام  
في نظام إضاربات ضحم. وهم كثيراً ما  
يستخدمون أقساماً إضافية أخرى غير  
منسقة هنا، كشعبة ورئة عليا أو موقه



## الكائنات الحيّة

الحيوانات



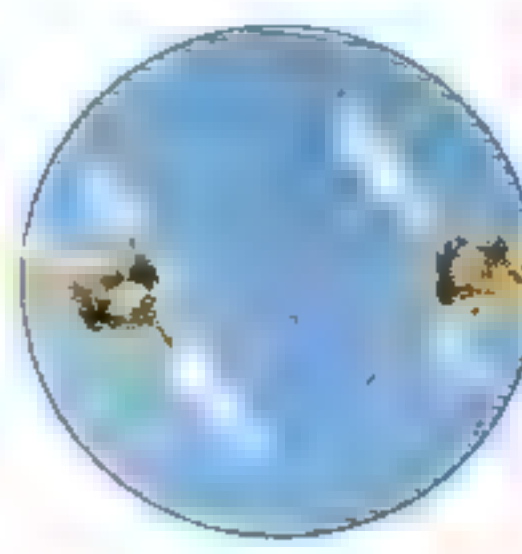
النباتات



الفطريات



الأوالي



بائنات النوى (المؤنبر)



يضمُّ عالمُ الحيوانات مُتعضّيات عديدة الخلايا تُعاشُ بتناول الطعام معصم الحيوانات قدرٌ على الحركة والتنفُّس، لكن بعضها يُعصي فتسببُ كبراً من حياته مُتنتاً في بُقعة واحدة والجدران الخلايا الحيوانية غيرُ حاسنة

يضمُّ عالمُ النبات مُتعضّيات تستخدمُ الكلوروفيل (اليخضور) لتُستخَر طاقة ضوء الشمس في تخليق غذائها جدرانُ خلايا النبات حاسنة لأنها تتألف من السليولوز

عالمُ الفُطريات يتألف من مُتعضّيات بمنص موانٍ اسحبها، أصلاً كائناتٌ حيّةٌ أخرى، أحياناً تُعاملُ الفُطريات ككائنات، رغم أن بسى خلاياها وأسابيب عُنشها مُختلفة تماماً

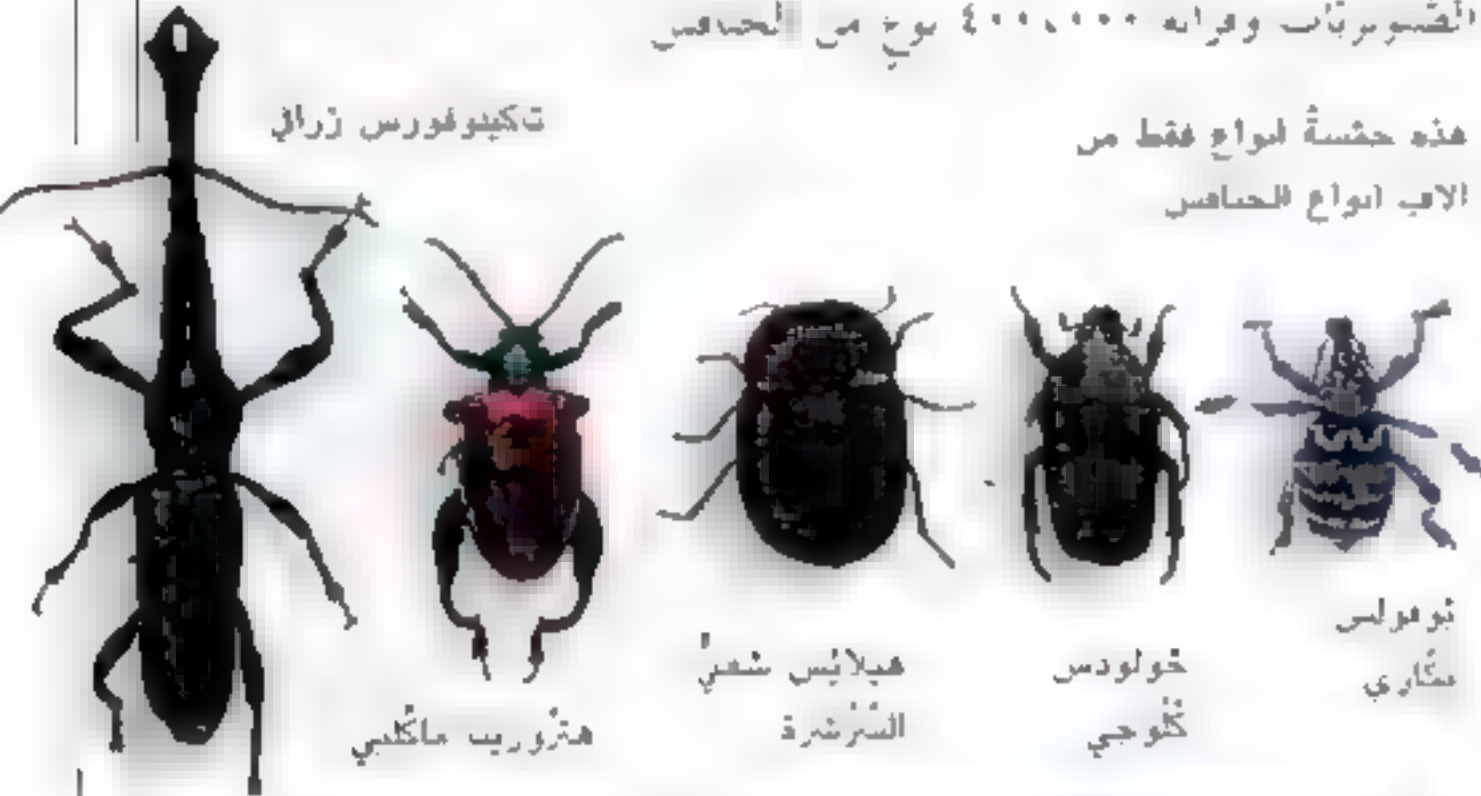
عالمُ الأوالي يتألف من مُتعضّيات وحيدة الخلية سوية النواة وهي في غاية التّشوّع بحيث يُدرج بعضُ البيولوجيين فيها الطحالب الوحيدة الخلية التي يرثي آخرون أنها تنتمي إلى عالم النبات

يتألف عالمُ بائنات النوى (المؤنبر) من المُتعضّيات الوحيدة الخلية النكثية ولطعام الحشرة المورقة المعروفة بنسبها بكتيريا، إن حبة المؤنبر بسيطة عديمة النواة، أمّا جميع الكائنات الحيّة الأخرى فخلاياها سوية النوى.

### كَمْ نوعاً الكائنات؟

لا يزالُ السُّوحيّون يحلّون العدد الحقيقي لأنواع الكائنات الحيّة المتواجدة على الأرض فقد اكتُشِف وصُفّت حتى اليوم قرابة مئويّة نوع، لكن قد يكون العدد عشرة أضعاف ذلك. فنحنُ نعرفُ حوالي ٥٥٠ نوعاً من الطيوريات وفراشه ٤٠٠,٠٠٠ نوع من الحشرات

هذه حشرة أنواع فقط من الارب انواع الحشرات



تاكينولورس زراعي

هتروريت مائلي

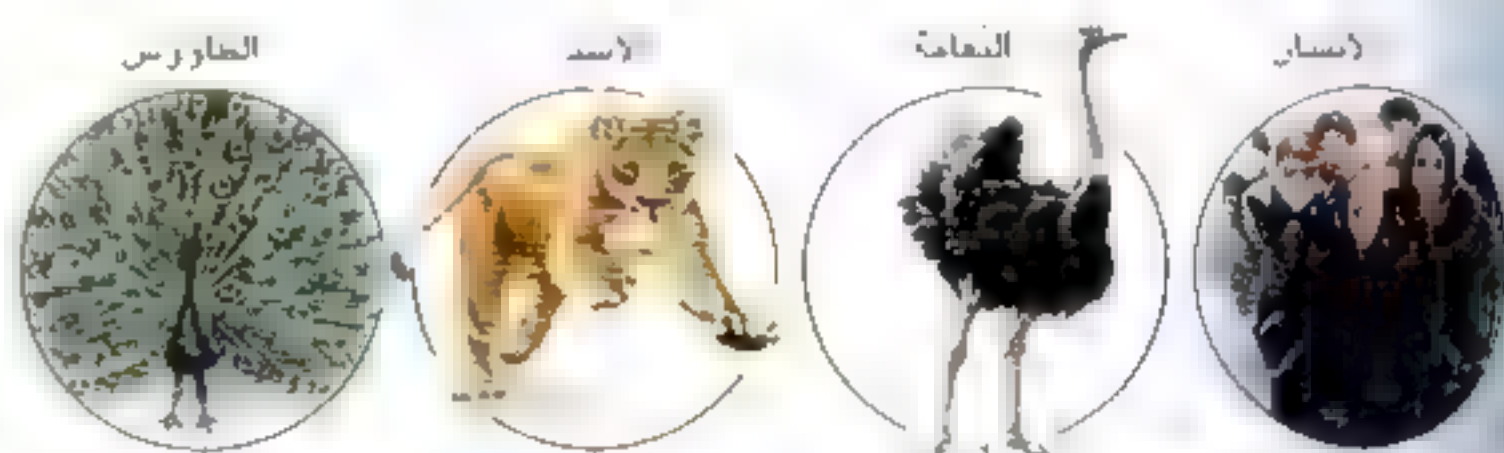
هيليس شعري الشرنقة

خولودس كلاجي

نومولس مكاري

### خَمسة عوالم من الكائنات الحيّة

فيما مضى، قسم البيولوجيون الكائنات الحيّة إلى مجموعتين فقط: عالم النبات وعالم الحيوان. فتميّز بتركيب بين النبتة والحيوان. لكنهم أمراً سهلاً. فالكائنات حيصة مُحددة في مكان واحد، وهي بحاجة إلى الضوء لتُحيا. أمّا الحيوانات فتسكنُ عادةً من مكان إلى آخر ونعدي بأنفسنا أخرى. لكن اكتشاف السُّوحيّون لاحقاً أن الكائنات الحيّة ليست على ذلك البعد من الساطعة فهي قسمة من التراب، و سفلر من الماء، هاتك أعداد لا حصر بها من الكائنات الحيّة الدقيقة التي لا تُسمي لأي من العالمين المذكورين. والمتعارف اليوم يقسم الكائنات الحيّة إلى خمسة عوالم: ومع تعرّف لمداهم حول علاقاتها بعضها بعض، تتعرّف كذلك الطريقة التي تُصنّف بها



الطاووس

الأسد

النعام

الإنسان

حيوانات جاسمة العيين

حيوانات اعمية العيين

حيوانات صولة الطوق

حيوانات فصيرة لغو

حيوانات طويلة الدمل

حيوانات تمشي على رجليين

### خصائص عديمة الأهمية

يُحاولُ البيولوجيون تصنيف الأنواع بطريقة تُشكّل كنسبة بسيطة بصور. لذلك فهم يحلّون الخصائص التي تشترك فيها الأنواع. لكنهم لا يُعبرون عن الأهم؟ مُحفظ العلاقات أعلاه. بل أحد سُبل تصنيف أربعة حيوانات على سبيل شكلها الخارجي، وهذه صيغة قسمة الحدوى



### إختيار الاسم

مُكتشف الأول نوع جديد من الكائنات له شرف إختيار اسم. لذلك النوع، هذه جمجمة قُبُوصور يُدعى بارويكس ووكري. وأخرى الأول من الاسم تُشير إلى محالب الديوصور القسلة، من آخره نذني مُحيي ذكرى المُكتشف - بل ووكري.

### خصائص مُهمّة

يُوجي مُحفظ العلاقات الأول، أن تُعده أولئك صفة بالإنسان منها بالطاووس، لكن الإدراك التسميم يتسعد ذلك، لأن النعام والطاووس كُلها مكشوفة بالريش ودات منقذ، بخلاف الإنسان مُحفظ التسم أعلاه أكثر معصوبة، لأنه يعتمد سماب أساسية، كالريش وبية العظام، وهي تعطي دلائل نصيب أفضل

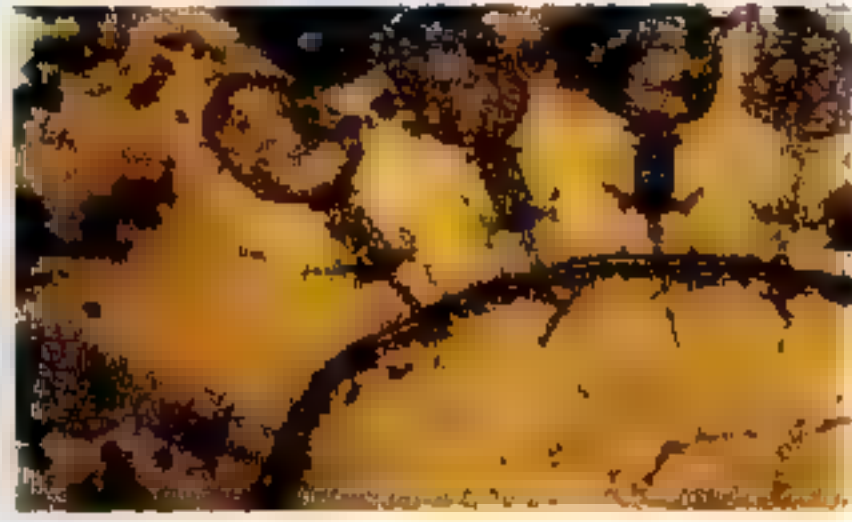
### لمزيد من المعلومات انظر

- التطور (أشياء بالتحوّل العنصري) ص ٣٠٨
- آلة التطور ص ٣٠٩
- الزخويات ص ٣٢٤
- لخلايا ص ٣٣٨
- لتحقيق ص ٣٤٠
- الهياكل الداعمة ص ٣٥٢
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٠



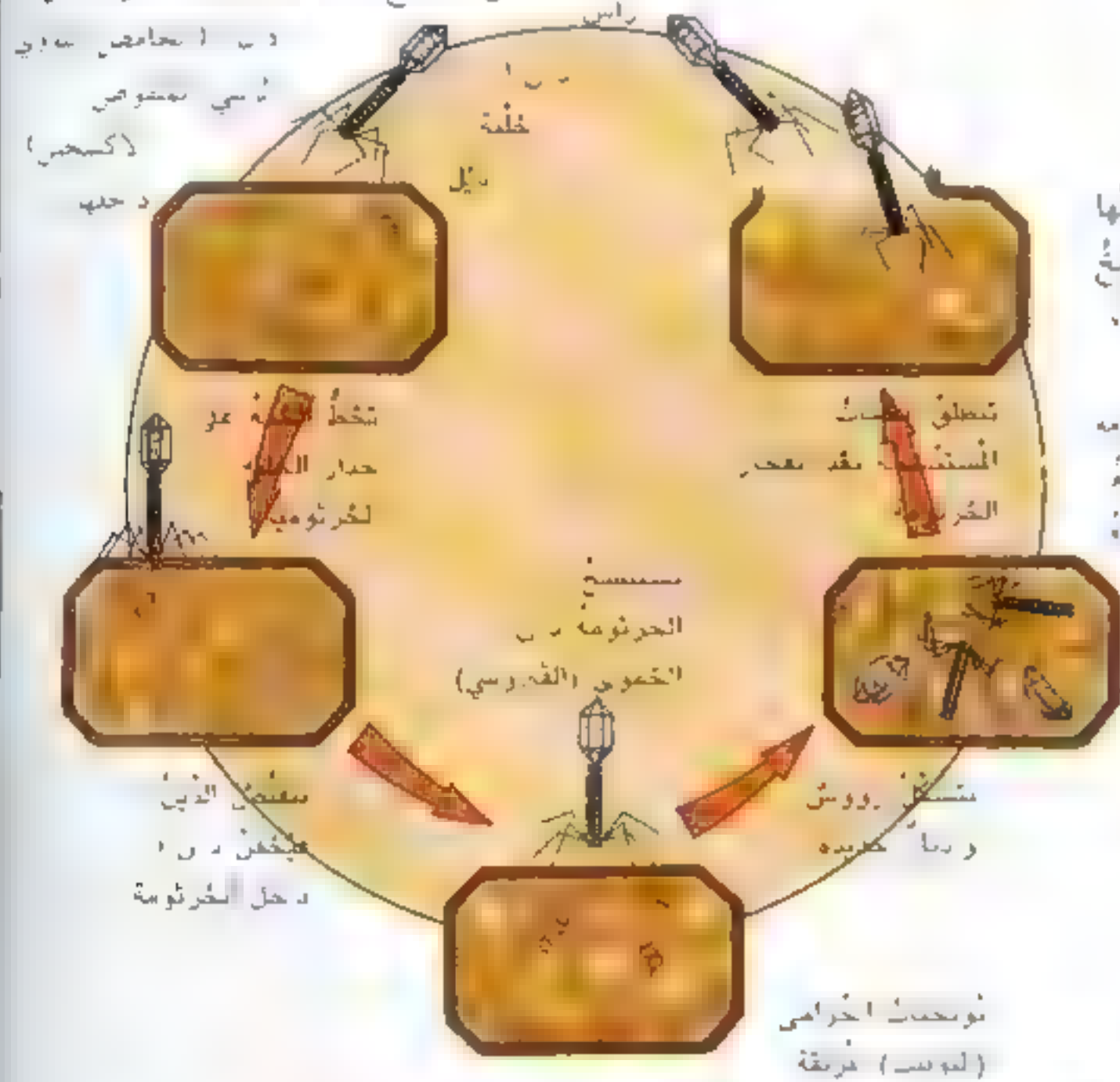
# الحُمَمَات (الفيروسات)

حُمَمَات حاسوبية تنسحق بالحلقة  
من الخارج.



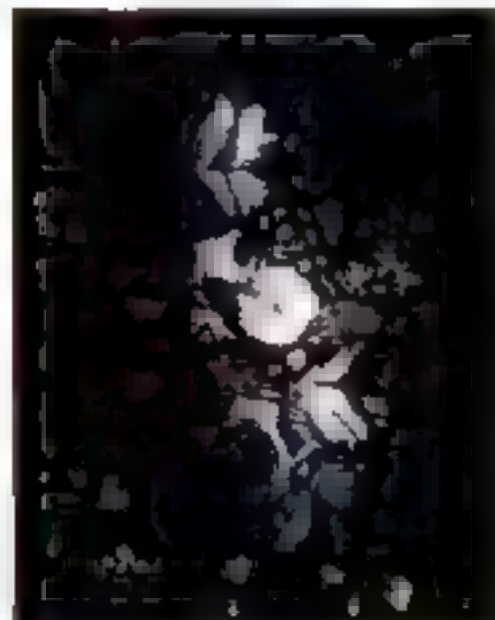
## لاقمات البكتريا

لاقمات البكتريا ضربت من الحُمَمَات يُهاجمُ البكتريا  
(الحراثيم) ليكثُر، هيا جُرمومة (بكتريا) تُعزوها لاقمات  
البكتريا، حُمَمَات حاسوبية تنسحق بالحلقة  
من الخارج، بعد أن حُصِنَ الحُصُونُ من



## أنوف سبالة

نُسب لك حُمَمَات  
الرُّكَمَ أَسَا "سبالة"  
وعندما يُعْطَى، سُرِّيَ  
لهو، زُشَانَاتٌ بحري  
ملايين حُمَمَات حاسوبية  
عدوى الرُّكَمَ إلى من  
سُيِّمُوا



زُفَرِيَّة - بريشة جاز فان هويسلوم (١٦٨٢-١٧٤٩).

## حُمَمَات عَزِيْزَة

حُلُو حُمَمَات - الحُرَامِي، أَرِيَاقَا  
وَسَمَاءُهَا - هي القرن ١٧، كانت  
تُحَرِّمُ حُمَمَاتُ هَذِهِ حُمَمَاتُ دَقِيقَةٍ لِحَمَةِ فِي  
هَرِيَّةٍ - نَحْنُ بَعَامِلُهَا لِنَسْ كِلَاسَهُمْ  
وَالشَّدَاب، حَتَّى عَدَدُ قُلُوبِ بَعْدَ الحُرَامِي  
لِوَأَحَدِهِ مُعَدَّلٌ دَحْنُ الشَّحْصِ عَدَدُ فِي سَهْ

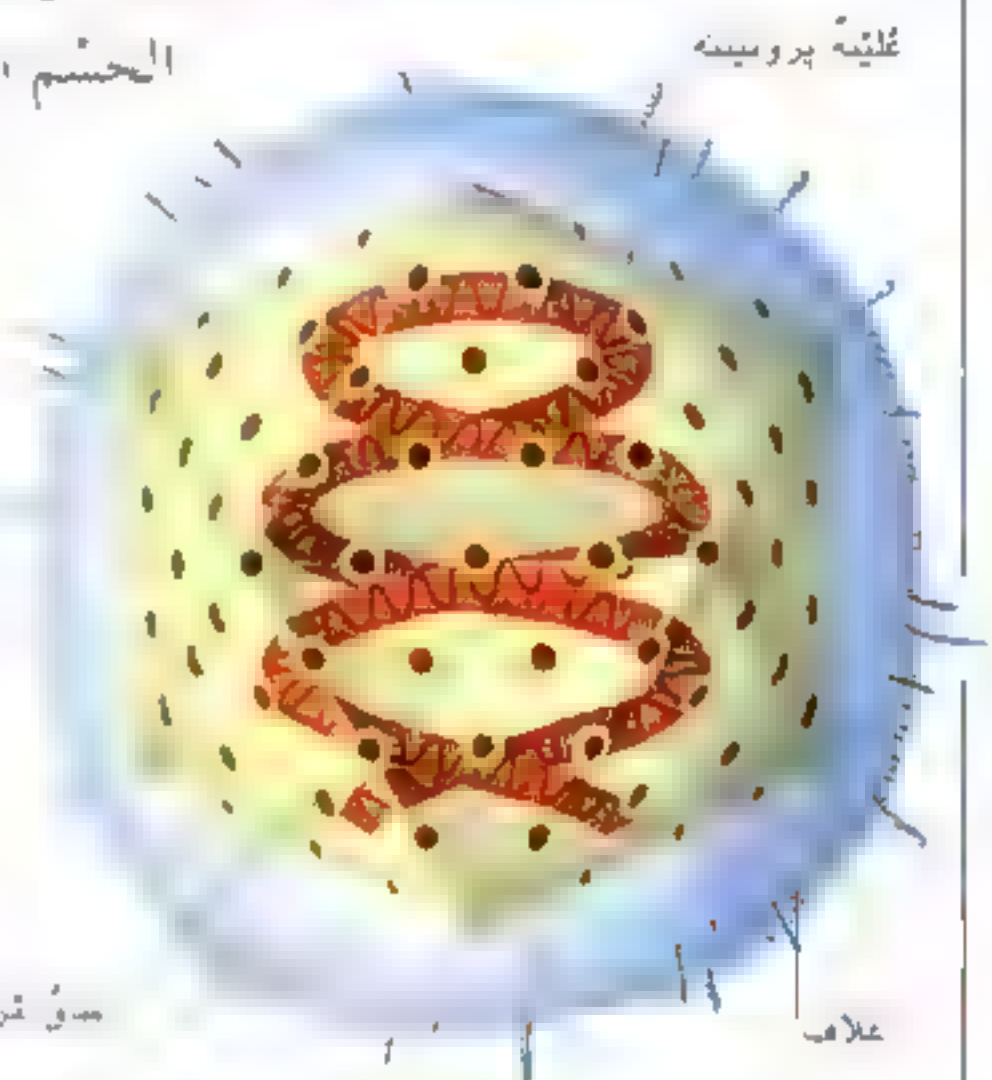
## لَمَزِيدٍ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ انظُرْ

الجراثيم (البكتريا) ص ٣١٣  
الحلويات ص ٣٣٨  
البيئة الباطنية (في الأحياء) ص ٣٥٠  
لُفُو وَفَرَاغُهُ ص ٣٦٢  
الوراثيات ص ٣٦٤

## استنساخ الحُمَمَات

تندو الحُمَمَةُ لاقمة البكتريا، كَانَهَا  
مَرَّةً قَضَائَةً مُنْتَشِةً وَهِيَ تَنْشِخُ  
دَانَهَا بِحَقْنِ فُحْوَاهَا، مِنْ دُونِ  
دَحْنِ الحُرُومَةِ وَهَذَا يَحْدُثُ  
حَرَامَةً نَحْنُ كُلِّ لَحْرَامَةٍ  
سَجَمِ حُمَمَاتٍ حَدِيدَةٍ لِنَصْدُقْ  
لَا حَرَامَةً وَحَرَامَةُ الحُمَمَاتِ الْحَدِيدَةِ  
مِنْ حَدِيدَةِ الحُرُومَةِ

مَدُونٌ مُرَوِّحٌ مِنْ دُونِ



## الحُمَمَةُ الْحَلِيَّةِيَّة

نُسِبَتْ حُمَمَاتُ الْحَدِيدَةِ الحُمَامِي وَالْحَلَا التَّعْدِي وَتُفَوِّحُ الْيَارْدَةِ، فِي دَاجِلِ كُلِّ حُمَمَةٍ  
هَذَلِكَ طَاقُ مُرَدُّوْخٍ مِنَ الْمَادَّةِ الْكِيمَاوِيَّةِ الْيُورَانِيَّةِ دُونِ، الَّتِي تَحْتَوِي جَمِيعَ  
"تَعْدِيَاتٍ" بِلَا رَمَةٍ بِحَقْنِ الْحَدِيدَةِ الْحَيَّةِ نُسْتَشِخُ الحُمَمَةَ، تَحْمِلُ الدُّنَا أَعْنَى  
بُرُوبِيَّةٍ عَشْرُوَّةِ الْأَوْجَةِ التَّمَنُّلَةِ، بَلْهَذَا طَقَّةٌ وَاقِعَةٌ تُدْعَى الْغِلَافُ - فَعِنْدَمَا تُصَدِّقُ  
الحُمَمَةُ حَدِيدَةً مُسَاوَةً، يَنْتَحِلُ عِلَاقَتُهَا بِعَشَاءٍ لِحَمَةِ كَمَا يَنْصَرُّ مِنْ قَدْعَدَانٍ ثُمَّ  
يَدْخُلُ بَاقِي الحُمَمَةِ إِلَى الْحَلِيَّةِ حَيْثُ يُنْتَشِخُ، أَحْيَانًا، تَسْتَطِيعُ الحُمَمَاتُ الْحَلِيَّةِيَّةُ  
حَسْمَ الْإِنْسَانِ عَدَّةً سَبْعَ دُونَ يَدْنِهِ

## أَصْغَرُ فَاصِغَر

الحُمَمَاتُ لَسَبُ الحُمَمَاتِ كِيمَاوِيَّةِ الْوَحْدَةِ الَّتِي تُصَنَّفُ الْحَلَالِ الْحَدِيدِ  
هَذَلِكَ الحُمَمَاتُ (سَهْ الحُمَمَاتُ) لِأَصْغَرٍ وَبَاصِلُ الحُمَمَاتِ مِنْ قَطْعِهِ أَصْغَرُ  
مِنْ الْمَادَّةِ كِيمَاوِيَّةِ الْيُورَانِيَّةِ دُونِ (حَامِصُ لُؤُوفِي لُزِي) دُونِ عِلَاقِ  
بُرُوبِيَّةٍ وَهَذَلِكَ أَيْضًا الْيُورَانِيَّةِ الَّتِي هِيَ أَصْغَرُ مِنَ الحُمَمَاتِ، وَتَعْنِدُ أَنَّهَا  
سَائِلَةٌ مِنَ بُرُوبِيَّةٍ فَفَقَطُ بِجِلَافِ الحُمَمَاتِ وَالْحُمَامِيَّاتِ، تُسَبِّبُ الحُمَامِيَّاتُ  
أَمْرَاضًا عَدِيدَةً فِي الْبَنَاتِ، فِيمَا تُسَبِّبُ الْيُورَانِيَّاتُ الْهَرَّالَ وَالشَّلْلَ (مَرَضُ  
إِسْكَرَامِي) فِي الْإِنْسَانِ وَالْمَاشِيَةِ.

حَدِيدَةُ مِنَ الحُرُومَةِ



حُمَمَةٌ مِنَ لَاقِمَاتِ  
البكتريا



# الجراثيم (البكتريا)

إذا تركت كوب من اللبن (الحليب) خارج الرّاد في طقس دافئ، فسيخضّر اللبن بعد وقت قصير. إن سبب هذا التحوّل هو النّموّ السريع لمُتعضّباتٍ محهريّة وحيدة الخليّة بدائيّة النّواة تُعرف بالجراثيم (البكتريا). والبكتريا هي أكثر الكائنات الحيّة انتشارًا على الأرض، فهي تتواجد في الهواء وفي التّراب وفي جميع أنواع النباتات والحيوانات وعليها، بما فيها الإنسان حتّى إنّ بعض أنواعها يوجد في السّابغ الحارّة وفي الجليد أيضًا. والبكتريا أنواعٌ مُختلفةٌ عديدة - بعضها مؤيّد

وبعضها الآخر مُفيد. فالبكتريا المؤيّدّة تشمل تلك التي تُسبّب الأمراض الخطيرة كالكلّز وإتان (تسمّم) الدم. وتشمل المُفيدة البكتريا المُفسّخة التي تُحلّل الفضلات إلى موادّها الأوليّة، والمُتريّة التي تُثبّت نيتروجين الهواء في جذور النباتات، إضافةً إلى بكتريات استخيل

ومُستخرجات الألبان

## الخلايا الجرثومية

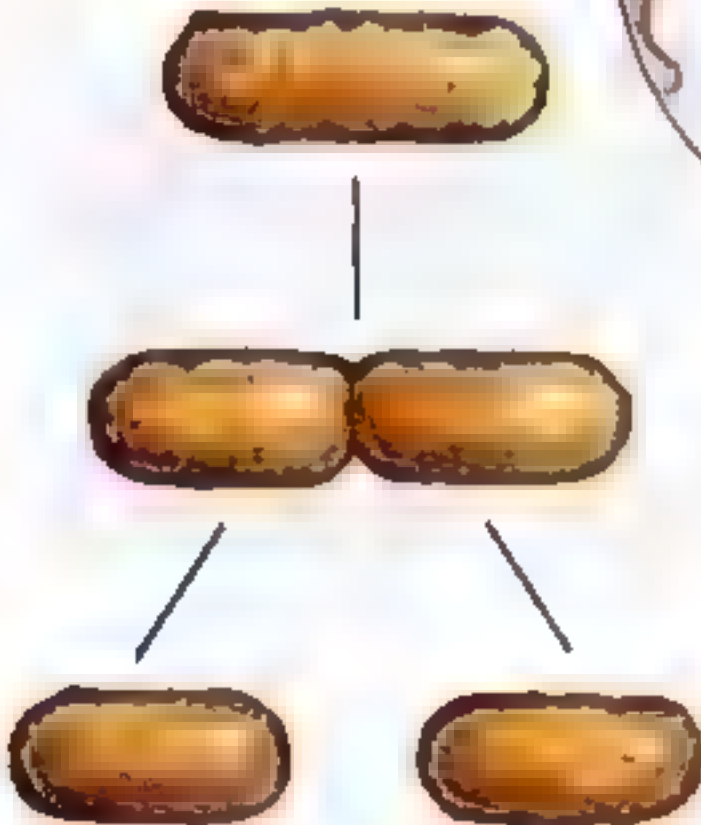
جرثومة أو الجرثومة نموذج أصغر من الخلية الحيويّة بحوالي ١٠٠٠ مرّة، فلا تشاهد تفاصيلها إلا بالمُجاهر الإلكتروني والخلية الجرثومية ذات حادٍ نحيف، وهي غير مُؤيّة ونعيش الكروب (كما يستخدم طاقة الكيمياء أو ضوء الشمس، أو بامتصاص موادّ غذائيّة من مُعضّبات الميّتة كبقايا النباتات والحيوان، أو من الخلايا الحيّة



## الطاعون الذبلي (الذملي)

مثل اختراع المُضادّات الحيويّة، كتب الأمراض الجرثوميّة أحداثًا تكسح مدط واسعةً مأونة مُروعة. فخلال القرنين الثالث عشر والسابع عشر، احتاح أوروبا الطاعون الذبلي، المعروف بالموت الأسود، فعصى على ملايين البشر، وتُست هذا الطاعون جراثيم تعيش في الجرذان وتنتقل منها إلى الإنسان بواسطة البراغيث

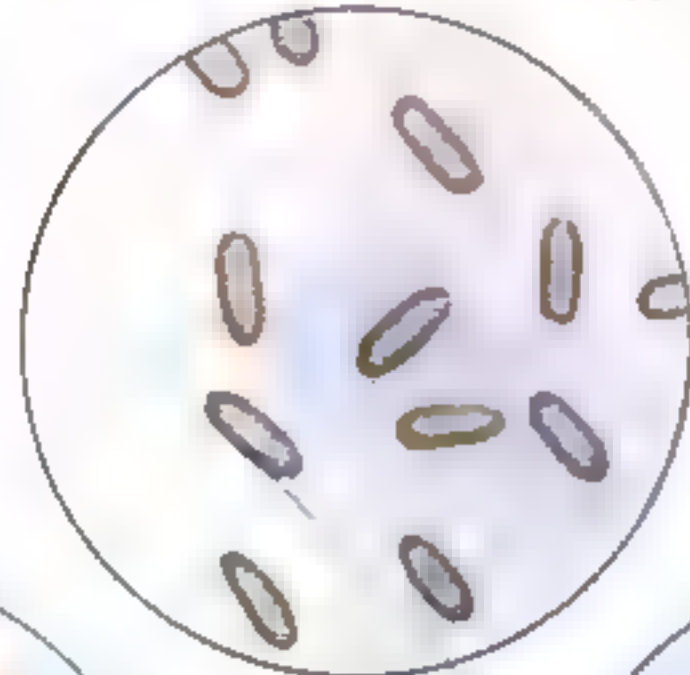
الخلية لولمة الشكل  
معص الخلويّات  
مؤلف سلاسل



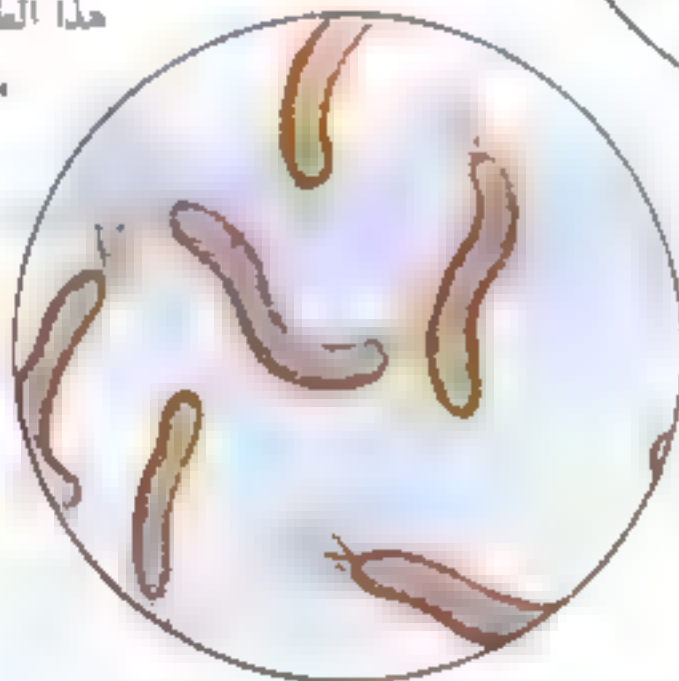
## التكاثر الجرثومي

تتكاثر الجراثيم (البكتريا) عدك بالانطر أي بآدم اخله إلى انش في ظروف ملائم من داف و رطوبة وحرارة الغذاء نفسه الخلية إلى نس كل ٢٠ دقيقة أي إن الجرثومة تنح ثلاثة أجيال خلال ساعة واحدة فقط هي ٢٤ ساعة تُنتج لافساعات متكررة حوالي ٥٠٠٠ مليون جرثومة

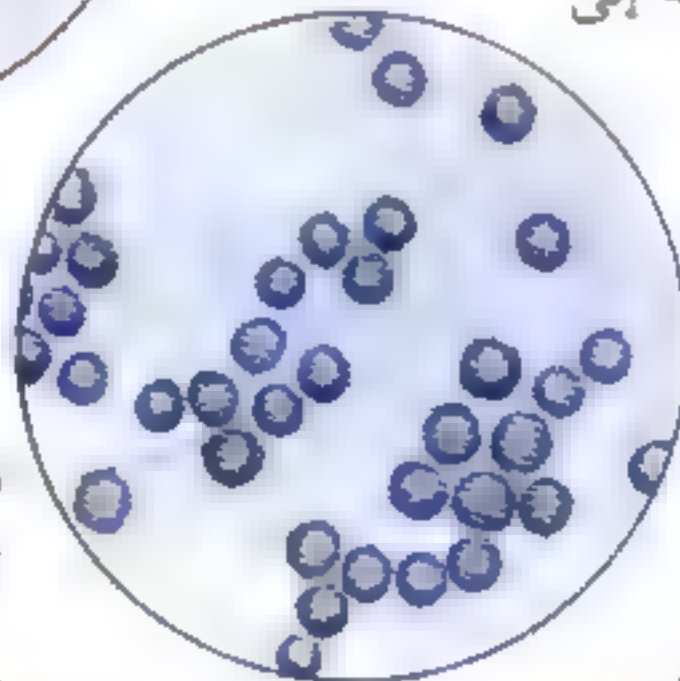
بكتريا على سطح لشر



الفصيلة خرنوم  
معصوي الشكل  
معص منفردة أو في  
سلاسل



المكورة مُؤودة الخلية  
معص مكورات تعيش  
في عائل أو في  
سلاسل طويلة



## تكرير مياه المجاري

نعت البكتريا دور مهم في مُعالجة المُضلات المُشرقة فلا يقد من أمد سنوت في مُجمع تكرير ماء المجاري نُش لسول فصلاتة عن طرد من تحت القم والحصى الدقيقه فتعمل فيها البكتريا المُتواجدة في تلك المُضلات هاضمة الفضلات ومُمكنة إيها إلى موادّ مأمونة أنطر. وهكذا يُمكن إعادة تلك لماء إلى الحدائق والأهدر دون أن يُعرّض لحيه التربة بضرر

## بخر الأسنان

عش في حادها وعليها نوع عديدة من البكتريا والبكتريا دمة لوخذ في اعم لاصلة بالهواء هذه البكتريا بعش بهضم مُضقات الطعام، وإذا لم تُطع شبت بآدم، فسراكم تلك البكتريا، مُكوّنة لوبحات فلاحه بقاء أو مُضرة كدنت نهضم الطعام التي تُنتجها تلك البكتريا ماء الاسان البطله، ومنى بحرثها بعد انحر سُرعه إلى انصباب اطرفة بحتها



## روبرت كوخ

اطيبت لألماني  
روبرت كوخ  
(١٨٤٣-١٩١٠)،

سأه في إرساء دراسة البكتريا كعلم طبي في اعاء ١٨٧٦، اكتشف أن بخرنوم المُسبب للمحمرة الحية (داء يُصيب الماشية والإنسان) مُمكن استئاثه في المُختبر كما شخص البص البكتريا المُسببة سُبل واجهضه (الكوليرا)

## لمزيد من المعلومات انظر

- لخلايا ص ٣٣٨
- لتحويق لصوتي ص ٣٤٠
- لأسد والمكوك ص ٣٤٤
- لبنة الماصبة (في الأحباء) ص ٣٥٠
- لشور ومراحنه ص ٣٦٢
- لحقائق ومعلومات ص ٤٢٠



# المتعضيات الوحيدة الخلية

الأماكن الرطبة كالبحار والعُذْران والأراضي السبخة ترزح بمُتعضياتٍ وحيدة الخلية تُدعى الأوليات (البروتستا). ورغم أن هذه الكائنات الأولية أكثر من الكتريا، فإن معظمها من الدقة بحيث لا يرى بالعين المجردة. والخلية في الأوليات تختلف اختلافًا نبيًا عنها في الكتريا، فهي تحوي نواة بالإضافة إلى عُضَيَات تقوم بوظائف مُتنوعة للمُحافظة على حياة الخلية. وتُعْزِدي الأوليات بطريقتين: فعضها يُخلَق الغذاء كالنبات باستخدام طاقة ضوء الشَّمْس، وبعضها الآخر، ويدعى الأولي الحيوانية (البروتوزوا)، يتصيد الفرائس ويأكلها. وجدير بالذكر أن الأوليات لا يمكن قَرْزُها قطعًا كشيء نبات أو شيء حيوان، إذ إن بعضها شبيه بكلّيهما يُخلَق طعامًا باستخدام ضوء الشَّمْس، وأيضًا يأكل مُتعضيات أخرى.

هَيُولُ الخلية السائِة تسري  
عبر الأقدام الكاسية حامية  
معهما نصيب.

سُرْعَةُ المُتَمَوِّرة القصوى  
حوالي سبعمِئتين في الساعة

## كيف تتحرك المُتَمَوِّرة؟

تستطيع المُتَمَوِّرة (الأميبية) تحويل بعض من هَيُولَى حَيْثُهَا (السيتوبلازم) إلى جامد مُلامِ، ثم إعادته ثانية إلى الحالة السائلة - فتصنع بذلك "أقدامًا" مؤقتة تُدعى أقدامًا كاذبة. أثناء تحريك الأميب تصبح جوانب تلك الأقدام جامدة وتثبت في موقعها، بينما تسري الأجزاء الأمامية والداخلية إلى الأمام

تتدُّ المُتَمَوِّرة أقدامًا  
كاذبة باتجاه تحريكها.

قدم كاذبة

هَيُولُ الخلية السائِة

هَيُولُ الخلية للامانة

العجوز اندابية تهضم كل  
ما يعموره سُمُورَة ثم ينفذ  
بالفصلات خارج الخلية

تُخْطِمْ لنواة عمل الخلية  
بعد التكاثر تنقسم النواة  
والخلية كلاهما إلى شطرين

## المُتَمَوِّرة (الأميبية)

المُتَمَوِّرة (الأميبية) نوعٌ حاصرٌ من الأوليات التي لا شكل ثابت لها فتتحرك حليتها وحيدة الكسبة الشكل بالاسباب في أي اتجاه بسوطن المُتَمَوِّرات حبيبه ويعتدي باعتبار لمرئس، فيضجر طعام في فدادت تُدعى فجوات غذائية حيث يتم هضمه لاحقًا. تتكاثر المُتَمَوِّرة بانقسام الخلية إلى الشتين.

تتحور الدندستوم  
باحته عن طعام

تعمل الفجوة القلوص كالصخرة  
متجمع الماء الفائض ثم قَرْزُوه  
خارج الخلية

## صراع الأوليات

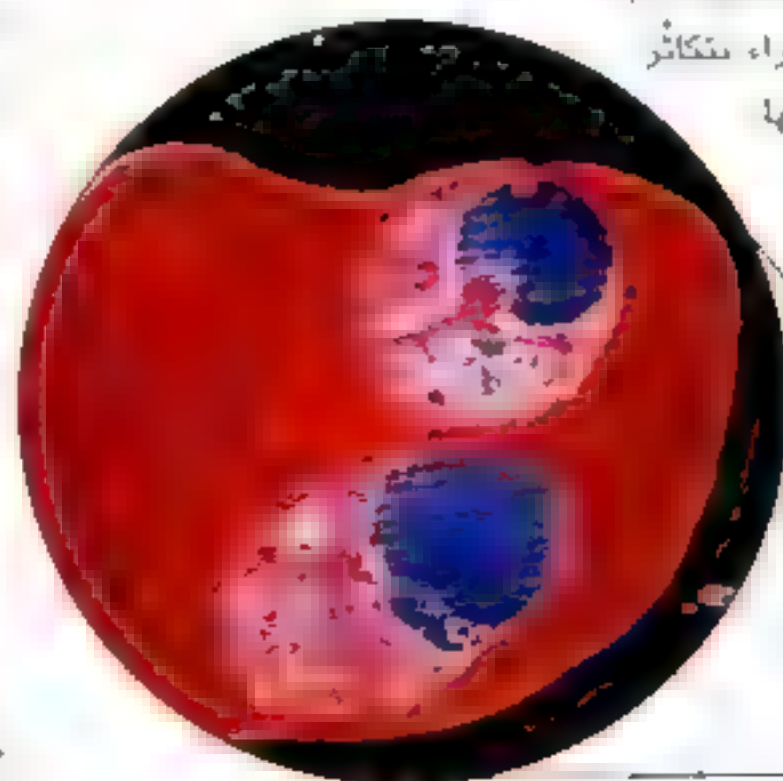
قد يكون الأوليات صغيرة، لكن عالمها يضم بعض الكائنات الصارمة. هذا الدندستوم نهج المراسيم نفسه حرقًا سائمة على فريستها عند بدء المعركة. وبالرغم من أنها أصغر من مريستها بكثير، فهي سطة لشعبها. هذا الكائن الأوليان كلاهما من الهدت التي تُحدث عبر لعدو بواسطه شعيرات دهبو تُدعى أهدانا

لقد استطاعت الديديبيوم اتفاقا  
ديرامستوم غراحت نمط مُتَسَعَة لاحتواء  
فريستها الصخمة. ومقد ساعتين أو ثلاث  
تسعى في طلب الغذاء مُتَعَدًا.

## الناموس (البعوض) والمَلاريا (البَرْداء)

لملاريا داءٌ خطيرٌ يشترُ معاضة في المنطقة المدرية، ويسببه طفيلي المَلاريا (بلازموذيوم)، الذي يملكه البعوض في عُذده البعدي من مُصِيب إلى شخص سليم حيث يسكن داخل كسبه وخلايا دية الحمر. وكل بضعة أيام تخرج خلايا الطفيلي الأولى الجديدة من خلايا الدم الحمراء فتُسبب توبات حُموية

تحتفظ الباموسة الملوثة بخلايا طفيلي المَلاريا داخل عُذدها للعانة. فإذا ما لمعت شخصًا تنقل إليه هذه الخلايا



الباموسة (البغوضة) (انوبيليس أرافيانسير)

## الأوليات بانية الصُخور

بُخُريبات كانت أولية تعيش د حل محار مخبرية عنه د كاسيوم وتُسبَر على سطح كل محارة محار دقة تُرز منها "أقدام" حاصة لجمع الغذاء تعيش البُخُريبات في البحر بأعداد ضخمة. وعندما يموت سراكهم محارهم فوق سطح البحر ونحوون مع لزج إلى صخور كنجرب بيضاء الطائيرة السبة علاه

خلية دم  
شريه حمراء

## لمزيد من المعلومات انظر

- لحر نيم (الكبريت) ص ٣١٣
- الخلايا ص ٣٣٨
- التخليق الضوئي ص ٣٤٠
- لكائنات الأحياء ص ٣٦٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٢



# الفُطريات

الفُطريات عالمٌ من المتعضيات السَّوِيَّة تنوِّي الخلايا - منها المألوف الكبير كعيش الغراب والفطر العاريقوني والكمأة، ومنها المجهرى الوحيد الخلية كالعفن والحمائر. تتألف الفُطرَة الكيرة من قسم طاهر مبطلي الشكل ومن كتلة خوطان دقيقة مُنَوَّارية في التربة أو في مواد عضوية كالخشب المُهترى. والفُطريات، بخلاف النباتات الخضراء، عاجزة عن تخليق غذائها؛ لذا تعيش مُتطفلة على كائنات حية أخرى أو على مواد عضوية ميتة. والفُطر، مع البكتيريا، من المُفككات المُهمّة في تحليل بقايا النبات والحيوان مُعيدة موادها الكيماوية لِتُستعمل مُجدّداً. وتتكاثر الفُطور خُضرياً وجنسياً، والكثير منها يُصيب الإنسان والحيوان والنبات بأمراض مُختلفة. بعض الفُطور يُؤكل، ومنها ما يُستخدم في التخمير وفي تحضير المُضادات الحيوية كعفن البنسلين.



## نكهات فطرية مُطبقة

زعم بعض فطر مدّ، في كثير من الأحيان سامية تستخدم في صيد، لكنه مُسر على بعض الأنواع كحلّ خس اعلاه ثبات فطر سنووي دي ينمو عليها فكتلها مدى حاد

## غاريقون الذباب

غاريقون الذباب (أحد منكرات) فطر مدّ يكثر في سكون رؤوس مطبقة ذب يصنع حشومته في سُطوحه شتى في هذه الحشوم يكثر الأنواع الشبيهة بضرورة اندفقه وحس نظرخ الأنواع بضرورة ريّاح، في واقع سون في مكان ملائمة، سون مُكوّن كنه حوطب فصره حذده

## الفُطريات الوحيدة الحلية

بعض فطر مدّ، في كثير من الأحيان سامية تستخدم في صيد، لكنه مُسر على بعض الأنواع كحلّ خس اعلاه ثبات فطر سنووي دي ينمو عليها فكتلها مدى حاد

حاليا الحميرة (سكروميسير سرفشما)

## السير ألكسندر فليمنج

عام ١٩٢٨ لاحظ

بحر نمشي

لا سكسسي

كسندر فليمنج

(١٨٨١ - ١٩٥٥) د عفا

نوب المنسب الكبيرة

في حد لاطاق في

مجره فادها فبر

فليمنج المادّة التي أنتج

الفُطر، واسماها البنسلين - أول عقدر من

المضادات الحيوية. ونتيجة لإحاث

لاحقاً أنقذ البنسلين حياة ملايين

الأشخاص



تفصل من الحشوم حوت صنفه تسمي للابواغ بالشقوق الى اسفل. وقد يُطلق الرأس الفطري ملايين الابواغ

عفن اسود (كلادوسپوروم كلادوسپوريوس) نام على حدار طر سالف سباق من كنه خوص (ح خوط) فطره شصامه معا

## الفُطريات حوالى المرل

سونا دغ كيرة من فطريات دجل بدار وحولها، كالعفن الذي يسر على الجدران الرطبة الباردة مُكوّن بقعا سوداء. كما يُهزئ العفن الجاف (بيريليولا كريسپا) الخشب في البيوت القديمة. كذلك يُصيب العفن الفطري والصدا أشجار الحدائق

ومحاصل حرج

## مجاعة البطاطا

عفن نضطر فطر عثر مخز اساريج في مُنصبت عثر تسع عشر، صرب هذا بعض (سوفتوا انفساس) بابت لبطاطا في إيرلندا على مدى عدّة سنوات مُتتالية، مما اضطر آلاف الناس المتصوّرين حوفاً للهجرة إلى أمريكا الشمالية



## فقع الذئب (الفُطر الكروي الثقاق)

سكون بوغ فقع الذئب داخل ومن كروي هذا براس حث تدريجياً حدود ك حوف فطر من حور أو فطره مفر باعنا لايوع عثر ثقب قتي وه

فقع الذئب (الكوبريوس باريكوسمي)



## لمزيد من المعلومات انظر

- الحرائش (سكربا) ص ٣١٣
- تحقيق قصوي ص ٣٤٠
- الاعداء ص ٣٤٣
- الكائنات الاحي ص ٣٦٦
- دورات في العلاج لحيوي ص ٣٧٢
- مصلات واعده سوبر ص ٣٧٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢



# اللازهريات

تختلف النباتات الخضراء عن الفطريات بأنها تُخَلَقُ غذاءها من مواد بسيطة كالماء وثنائي أكسيد الكربون بطاقة ضوء الشمس وفاعلية الكلوروفيل (البيخضور) في أوراقها. تُقسّم النباتات الخضراء إلى قسمين رئيسيين - هما اللازهريات والنباتات المزهرة. ظهور اللازهريات يعود إلى أكثر من ٣٠٠ مليون سنة وشملت الطحالب والسراخس والحزاز، وقد بلغ بعضها أحجاماً عظيمة. وهذه النباتات لا تزال موجودة، لكن المتواجدة منها على اليابسة صغير عادة، ويقع غالباً في الأماكن الظليلة. تتكاثر اللازهريات بنثر أبواغها، والكثير منها تتعاقب أجياله بين البوغي والمشري. الجيل البوغي يُنتج الأبواغ التي لا تلبث أن تنبت لتنتج جيل المشيرات (البروتالوس) الذي يُنتج الأمشاج (الخلايا التناسلية أو الأعراس).

لشجيرة الخشب المخروطي المعروف بالكلب أوراق حقيقية، بل سقطة مدبنة

## عملاق تحت مائي

الكلب العملاق (ماكروسستيس بيريرا) هو أكبر الطحالب في العالم ومن أسرعها نمواً. ويستطيع عشب البحر هذا التحول من خلية وحيدة إلى نبتة طولها ٥٠ متراً في سنة واحدة، والأقدم عهداً قد يبلغ طولها ٢٠٠ م. ينمو الكلب العملاق في المياه الباردة على منحدر من كاليفورنيا، بالولايات المتحدة، حيث يُسكن "عادي" تحت مائية، توفر المأوى والجداء لكثير من الحيوانات البحرية كالأسماك والقشريات (لعاب البحر).

## وفرة من الطحالب

يوجد أكثر من ٢٠,٠٠٠ نوع

من الطحالب، تتفاوت ضخماً من هذه النبتة المائية المخهرية المعروفة بالفولفوكس وبين الكلب العملاق. يأنث الفولفوكس من كرة حلا، موضوعة في وسط قلامي وتكون المستعمرات الوليدة داخل المستعمرة الأم ثم تنبت عندما تلتصق خجماً كائناً

تنفجر المستعمرة الأم لتطلق المستعمرات الوليدة

## استعمالات الأعشاب البحرية

لعلك تصادف الأعشاب البحرية يومياً دون أن تدري. فخلاصات هذه الأعشاب تُستخدم عادة في تغليط قوام البوظة، وفي المرببات والخبز ومعاجين الأسنان - وحتى في المتفجرات. والأعشاب غنية بالمعادن المفيدة، لذا تُجمع أحياناً لصنع المحضبات.

يُستخلص الكاروتين

والألحبيات من الأعشاب البحرية وتستخدم كمُغذيات لبعض الأطعمة

شجيرة الخشخاش (جيل بوغي)

لاعبة (ريجوت) تحت الماء المشيمي

الإحصاء

أنواع

مشيرة

سراخس (بسات الجبل)

المشيمي

نبتة

دورة حياة نبتة لا مزهرة نموذجية

## السراخس الشجرية

السراخس الشجرية أصغر

السراخس اللازهرية على اليابسة

وهي تنمو غالباً في المناطق

المعتدلة، ويبدو البعض منها في

أماكن أبرد كثيريندا

الكلب، بدلا من الساق العادية، شويقت غطاطية متينة

تحتل الكبديات شرائط مسطحة أو شرائط مقلعة تشبه الأوراق

## الكبديات

الكبديات لطحنية وثيقة الصلة

بالحزازيات. فهي نباتات

مسطحة تشبه قطعاً من الشريط

الأخضر ومع تقدم نموها

يبدأ الشريط الانقسام إلى

أشجار تشبه الكبديات

الأمكن لرؤية الرطوبة، كالشجيرات

الصحراء وصفاء الحدائق

## لمزيد من المعلومات انظر

الحلاص ص ٣٣٨

التحليل الضوئي ص ٣٤٠

عظام القن في الشت ص ٣٤١

التحليل الضوئي ص ٣٤٦

التكاثر اللاجسي ص ٣٦٦

التكاثر الجنسي ص ٣٦٧

حقائق ومعلومات ص ٤٢٠

نرسي الحزاز

شجيرات شتية

حدودية تدعى جذريات

## الحزاز

كتلة الحزاز تأنف من تكاثر ساق فطرية فوق صخر

و جذع شجرة تطلق الحزاز أنواعه من غلياب

محمولة على سويقات صغيرة وإذا تطلعت عن كثب

هذه شاهد تلك الغلياب أحياناً



# الصنوبريات

الصنوبريات (أو المخروطيات) لا تزهر ولا تتس من أبواغ، فكيف تكثر؟ والجواب هو أنها تكون مخاريط (أكوازا)؛ والمخروط ينتج إما خلايا ذكورية أو خلايا أنثوية، وتقل الخلايا الذكرية إلى الأثوية لتكوين البزور. والبزور، بخلاف الأبواغ، كاملة بمددها الغذائية للإنشاس. هنالك حوالي ٥٥٠ نوعاً من الصنوبريات كلها تقريباً شجرية، كأنواع التوب (الشوح) والصنوبر، معظمها ذو ورق عسي رقيق، خضشي أو إبري، يحتمل البرد القارس. وفي بعض مناطق العالم القاسية يزد الشتاء تؤلف الصنوبريات حواشاً تمتد على مدى الأفق.



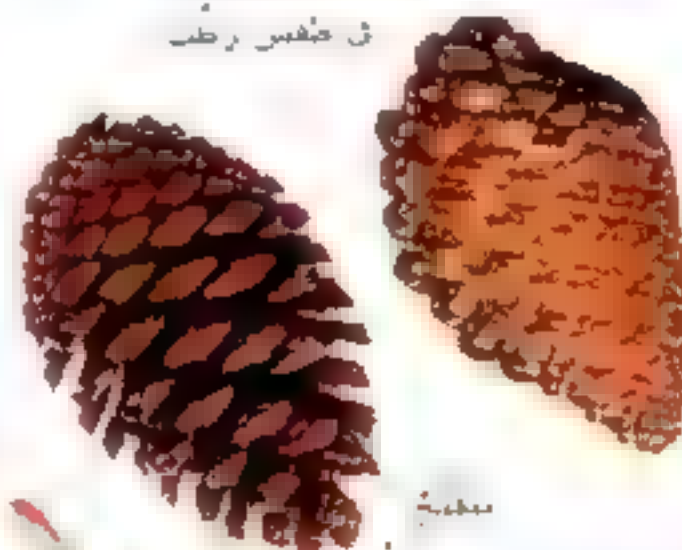
صنوبر الشيلي (مناهة الفرد)  
صنوبر شبي (أزودر، أوكازا) من الصنوبرات غير لعادته فهو نباتي المسكر تنمو أكوزة الذكرية والأنثوية على أشجار منفصلة، وأورقة جلدية حادة.

يسقط الكور لذكري  
الطري ملايين خضيات  
الطلع (الحلاب  
الذكرية) في الهواء.



الأكواز الأنثوية الفتحة  
تستوى قائمة على الأعصاب  
فمنها احصا حلاها  
الأنثوية تفتت للفاغ  
الذكرية الساعطة عليها  
من الهواء

مغطى الحراسف  
في طقس رطب



الأكواز والبزور

الأكواز الثمة الشو حاملة شرور متعددة الامكان والاحدم فمعظمها حسي، كل معصها طري زعري شكل. أكواز الصنوبر والسنح (يت) تسقط حيا بكاملها على الأرض، كل ذكرا والار والتوب تنشق بطرق على اعصابها

قل حرشيه  
حسي روحا  
من شرور  
الحمد

مفتوح  
حراسف  
احشور  
الحس الحاف  
تطو نرورها

مضيدة كهرومائية

حس هذا نمكون

وخط من ملايين

تس في الكهروم

الشع في سحني متحفر

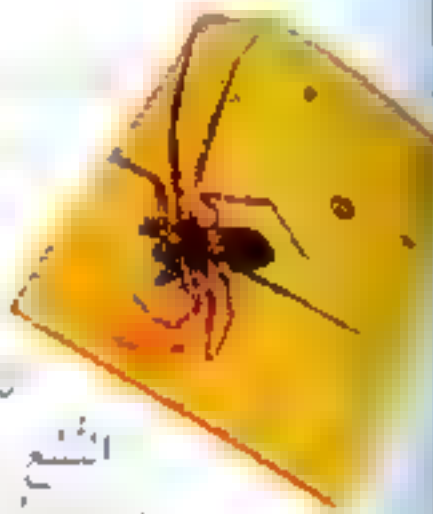
فربس شيد لتروحة

تستجده نصوبريات ضد الحشرات عن بحر

حشها نداء الشجرة الصنوبرية نر هذا

رأشع دا خرج، فيحس الحشرات او

بعداد لي نلامه



الصنوبريات  
القديمة

صنوبر أمريكا الشمالية

هليو الكران (ينس نوحنا) هو اولد لاسجار

نحية في العالم. ويبلغ غمر عصر الفتى منها اكثر

من ٦٠٠٠ سنة! ويعكف العلماء على دراسة شوك

حساب سنو في خلدتها سعروا عبات فداح

اعاد عمر الشس

عن الاعص

وراء الارش

الاربه (لا كح

ديستوا) منو في

عافد وسقط في

الحرف

وراء الطفسوس (مفسوس دكان  
الاربه سطحة منو على حاسي اعص  
انفس



وراق صنوبر سكتل  
ينس سنفسه سن  
الاربه رافعه منو  
رواح

أوراق الصنوبريات

معظم الصنوبريات ذات ورق صغيره حديد يدوم سنة و كثر، وهي سب كلها رنة حائل فاكثر منها فصر سطح تعرف بالحرسف ومن الصنوبريات علة سقط اوراقها في حريف، منها رنة الارش ومنز نفسه (السنووم دسكوم)

راينجيه سينكا

عدت راسحيه سنك (ينسيا

سينكسرا، من صنوبريات

مربك شمسه، شجر حرا في

جمع حاء العاء نلاوده من حشها الحيد

ونضو الورق وهي حادة لمسكر بها أكواز

ذكرته وأثوته على الشجرة ففها ويمكن تعرف اروح

اينيا من اوراقها الاربه الضبو المتصبة بأوباد صغيرة

على اغصانها، كما يمكن تلمس هذه الأوتاد على غصن

عيني تسامطت أوراقه

وراء السنووم العملاء (سكودسندرون

حشمتوم) دقيقة حرسف الشك

سكاد بعدد شوكه

عن الاعص

لتريد من المعلومات انظر

مباحث الصغيرة ص ٢٤٦

الزهرات، نبات زهرية ص ٣١٨

نظم انثر في ليات ص ٣٤١

منو ومراحه ص ٣٦٢

عابت المبطية المعتيلة ص ٣٩٦

حفاق ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢



# الزُّهريَّات (النباتاتُ الزهرية)



خشبث اللقاح من أزهار أخرى  
تلقى على الميسم (السمة)  
زهرة الحشاش يمتنع فيها  
احصاث النصوص  
دائبا باللقاح  
من مابر  
اسديتها

تنتج خشبث  
اللقاح (غبار)  
الطلع في مابر  
الأسدية فتلقها  
احصاث الزهرة  
نفسه، وتلقى بشما  
منه الى زهرة أخرى

الأزهارُ بروائحها الزكية وأشكالها البديعة وألوانها الجذابة مثة جمالية للإنسان منذ القدم. لكن الأزهار ما تنشأت لثمتعنا بل هي تطورت كوسيلة تأسل بأعضائها الذكرية (الأسدية) الحيطية التي تحمل حبوب اللقاح، والأنثوية (المدة) التي يتلقى ميسمها حبوب اللقاح. فيوصلها عبر القلم لإخصاب الميسمات في المبيض. وقد تحوي الزهرة كلا الأسدية والمدة أو تقتصر على أحدها. الزهريَّات أنواع تزيد على ٢٥٠,٠٠٠ وتقسّم إلى فئتين رئيسيتين - ذوات الفلقتين، والوحيدة الفلقة. تتميز الثانية بالفلقة الواحدة في حين بذرتها وبالتعريق المتوازي في أوراقها الطويلة؛ بينما تدور الأولى ثنائية الفلقة ومتشابكة تعريق الأوراق.

زهرة ذكرية

شمة احبار

## التلقيح الرّيحى

يتمّ ناير (نسخ) لساد  
نفسه بواسطة ربح، إذ  
يدنى مابره فذرو الرّيح  
عبر الطّلع منها في  
لهو، وتسكر غلقات  
احدى كثرات فصائل  
الساد لأحادته الفص



زهرة أنثوية ذات  
مبيض طويل

## أزهار مفصلة الجنس

حلاو زهرة الحشاش الخشبي  
(سي تحوي أعضاء الذكر و ساد  
مقا)، فإنّ له احبار (كوكومس  
سابقس) ذات زهرة ذكرية أو أنثوية  
مفصّل، فما شمة الحصى الصغيرة  
(كسما شائينس) وأزهارها  
أحادية الجنس بما ذكرته أو أنثوية

نويحيات  
الحشاش  
(المشور) الزاهية  
الالوان تجلّت  
النخل والحشاش  
والذباب  
نؤغم زهرة  
الحشاش تحمب  
أزهار كاسيتان وهما  
تشفصان بعد بفتح  
الزهرة زهرة الحشاش  
تفتحة تدوي في  
يوم الناي



احشاش من دوات الففتن،  
أوراقه شكنة القرو، وزهره  
رابعية النويحيات كالكتير من  
دوات الففتن

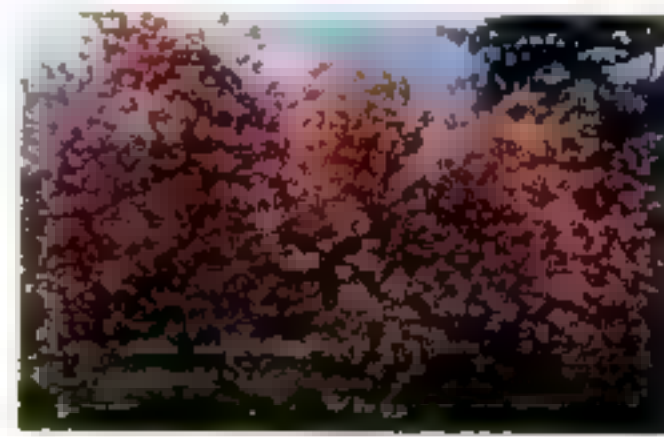
## الحشاش الشائع

الحشاش الشائع (سرقوق أو شمس)  
شمة زهرة حويّة مودحية؛ تنمو وزهر  
وتدور وتموت في موسم واحد  
الساد الحويّة سريعة النمو في أي  
تربة مكشوفة من الأرض فالرور  
المشرة تنمي هجمة حتى تصبح  
الأحوال ملائمة للإنتاش. وقد يتسعرق  
ذلك أحيانا عدّة سنوات. أمّا النباتات  
المعمّرة فتعيش أكثر من موسم واحد  
وهي ذات خدور مطوّرة يختزن  
بعضها الماء تحت الأرض في  
نصليات أو علفل بعض  
المعمّرات يزهر مرة واحدة، لكن  
مقصمها يزهر سوياً

زهيرات القرض  
الصغراء تنتج غبار  
اللقاح والنوصاب

زهيرات شعاعية

زهرة مركبة  
زهرة الأقحوان (نلس يربس) زهرة مركبة. ساد  
رؤيتها من زهراي عديد صغر، لاظف في قرص  
وسطى محيطه زهيرات شعاعية حافية بحمل كل منها  
نويحة (سمة) واحدة نصاء

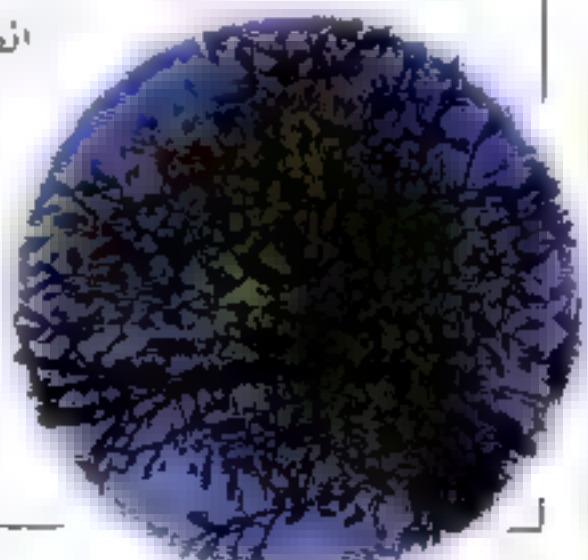


شجرة كبر زهرة (برونس سولانا)

الأشجار والزهر  
الشجرة ثبته ذات جذع خشبي  
طويل مفرد. بعض الأشجار  
صورية البرية أو حرسنة  
الأوراق، وساد أخرى من  
الزهريّات هريضة الأوراق  
اشجار الكبر شمي في لفصه  
الوردة من الزهريّات

## النباتات الطفيلية

بعض الساد تختس كل عداتها أو بعضه من  
سواه فتدور لهدل (فيسكوم أله) تخرق  
أعصن الشجر وتمتص شمعها ولهدل جزئي  
لتنقل، إذ إله قدور أيضاً بأوراقه الخصراء، على  
نضيق العذاء بالتخليق الصوتي. أمّا الرّفليّيا،  
برهرتها العملاقة، الممتدة على  
الصفحة المقابلة،  
فهي شمة ضمنية  
بأكمل





## التلقيح بالحشرات

تتدفق مع الحشاش، فإن المصبة الأرحوتة (ديجيتاليس يوروبيا) ذات أزهار مُعقدة حقاً فتوجد تحت سقبة القمع إن شئنا كالقمع، وتمتد أعضاء التذكير والتأنيث تحت سقبة القمع إن شئنا الشكل هذا يسمح لجنس واحد من الحشرات، هو النحل الطنان، يتفتح الزهرة في زهرة القمعية تنضج المأبر والسمة (المصب) في أوقات متداولة بحيث يمنع التلقيح الذاتي فيها. وعندما تدخلها بخله طانة فهي إما أن تحمق اللقاح عن مسر ناضج، أو تمنع اللقاح العالق بها من غير زهرة على سمة النضجة وتكرز هذه العملية مع نقل السخنة من زهرة إلى أخرى

عندما يمسك النحلة السمة يمسح عليها بعض اللقاح العالق بطورها واحتفظها



تنمو الأزهار القمعية بعضها فوق بعض في أعمدة طويلة تتفتح الأزهار السفلية أولاً، ونضج المأبر قتل السخنة



### زهرة عملاقة

يعيش بنة، ترميريا مُتطفلة بالكامل على جذور الدوالي (الكرونة) في جنوبي شرق آسيا. وتتفتح فطر زهرتها قرابة المتر وهي الأقن بين أزهار العالم. وتنتج منها رائحة قوية كرائحة اللحم العايد يجذب إليها البهائم الضخمة



(تارسييس رسترايوس)

### التلقيح بواسطة الحيوانات

أوبوسوم غربي أستراليا الصغير (تارسييس رسترايوس) يعتمد في غذائه بالكامل على الرحيق وحببات اللقاح. يمد الأوبوسوم لسانه الطويل بحرش إلى أعماق الأزهار، فتسبح حبيبات اللقاح من الحشر على وَرَهِ بينما يعلق على اللبسم حبيبات لقاح يعلقها من أزهار أخرى كذلك يقوم بحصيش سقمع أزهار العديد من أحاس لأشجار الاستوتة

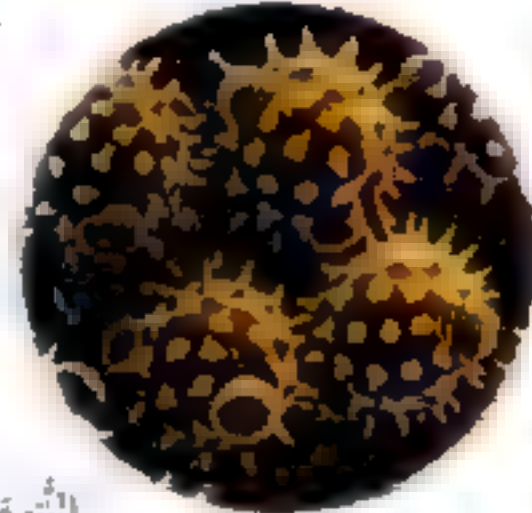
لمزيد من المعلومات انظر

الحلابة ص ٣٣٨  
تحقيق النصوص ص ٣٤١  
بطء القل في النبات ص ٣٤١  
النمو ومراحله ص ٣٦٢  
التناسل الجنسي ص ٣٦٧  
حقائق ومعلومات ص ٤٢٢، ٤٢٣

ترحف النحلة فذنا لتصل إلى المقعر (الزحيق) في آخر القمع.

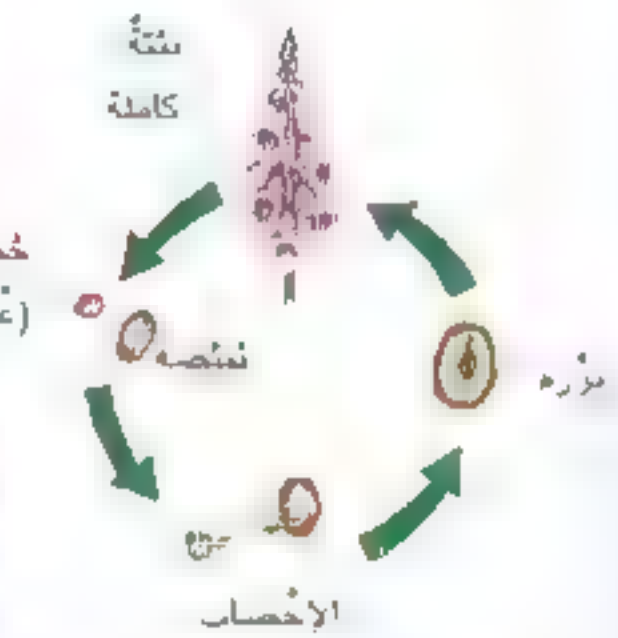
### حبيبات اللقاح

حببات اللقاح مخبرية عدداً تكفي لنميدة المتانة، ويغطي سطحها عدة أبعاد مُعقدة من الثغرات والتجاويف بحيث يخالص أنواع الشب بعض حبات اللقاح التي تنثرها الرياح لها سنة أشرعو ديمو سوفها الرياح



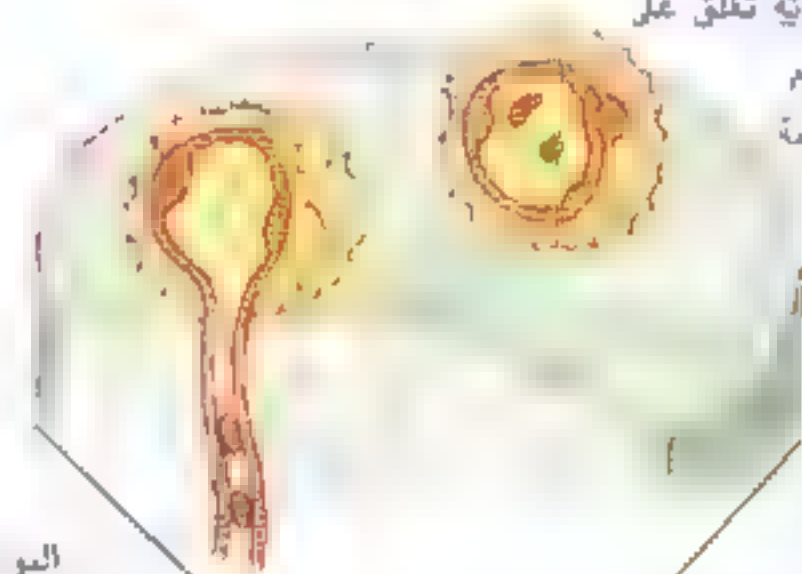
في حبات لقاح حبيشة السعال (تشي) لا جوفغارا) اشواك حادة تغلق بومر الحشرات.

البوة الذكورية شمري ثرولا في أمبوب اللقاح



دورة حياة بنة زهرة نموذجية

حببات اللقاح الحاوية النوى الذكورية تعلق على الميسم السخنة



تمتد استقام ينمو ثرولا

الميسم السخنة لدقة

اسبصر

النضجة

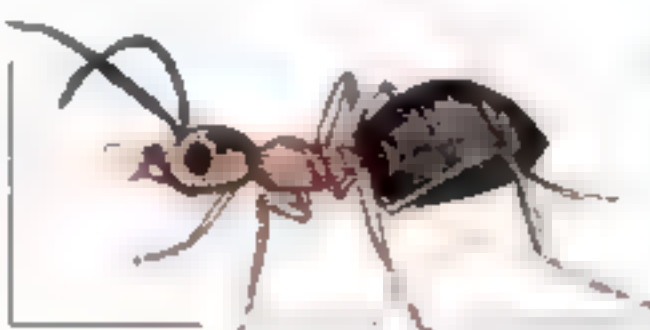
نوى الأنثوية دحر استيصة

### الإخصاب

نخذ بوى لحلايا مذكرة ولأنثوية معا فكل يكون لثورر فعندما تغلق حبة اللقاح على ميسم زهره من اسرع ديه، تلت الحبيبة شرعو أشواك دقيقا غير السمة وغلب إلى شيصه ويثم استيق عندما نخذ لثوى مذكرة بالثوى الأنثوية، فتحدث لإخصاب



محمل النمل ثرور أزهار الربيع





# قناديل البحر والشقائق البحرية والمرجانيات

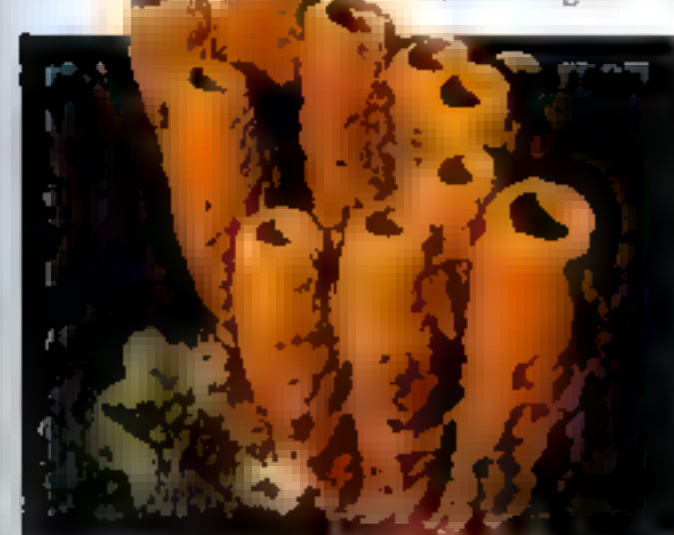
قناديل البحر والشقائق البحرية والإسفنج حيوانات لافقارية (عديمة الصلب). تؤلف اللاقاريات حوالي ٩٧ بالمئة من جميع أنواع الحيوان على الأرض، وتوجد بأنماط وأشكال شاسعة مدى التباين، وأساليبها في الإغذاء والتناسل مختلفة ومتعددة. والكثير من اللاقاريات مائي العيش - بعضها يقضي حياته البالغة سابحاً أو منجرفاً مع التيار، بينما يظل البعض الآخر مُثبتاً في بقعة واحدة. والحيوانات الحزازية والإسفنجيات تُرشح غذاءها من الماء، أما قناديل البحر والشقائق البحرية والمرجانيات فهي من شعبة

النيداريات (القراصات) التي تُهاجم فرائسها بحبيبات لاصقة والنيداريات كلها مدورة الأجسام دون رأس أو ذيل، وذات تجويف مضمي وحيد الفتحة.



مستعمرة حيوانات حزازية

تبدو مستعمرة حيوانات الحزازية، داخل فجوة، شبه شبيه وهي، في حقيقتها مجموعة من آلاف حيوانات بدنية، يعيش كل منها داخل خلية ضيقة، ويحصل عليها بحفرة من ثقب من حفر الفتحة لوحده. ودارج حفران يمكن أن يشبه داخل خلية.



## الإسفنج

هو جسم - بعض الأحيان إسفنجي - من ماضي حيوان بدون حنايا. الإسفنج الحيواني يتكون من خلايا حادة متصلة ببعضها البعض، يسري الماء في قنوات الإسفنج إلى الداخل، ويخرج عند فتحة حادة في الخارج بعد ترشح وحبس في فتحة صافية مصفاة في فتحة عدداً لا متناهية



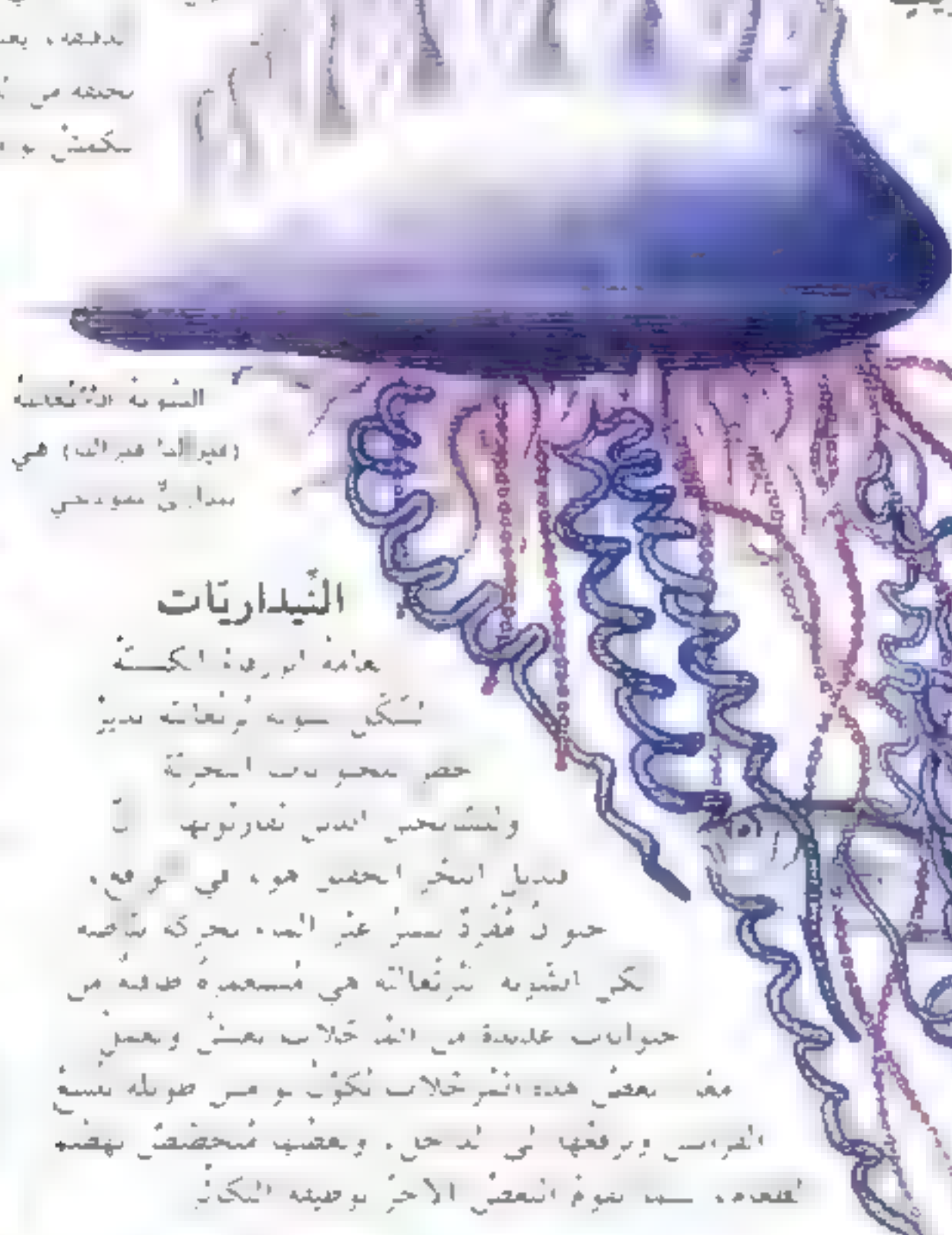
## المرجانيات

بعض المرجانيات تعيش فردية، وبعضها لاجتياحي في مستعمرات كبيرة، وقد تكون بنية صلبة فوق سطحها مشكلاً شعاباً مرجانية. والمرجانيات هي لاصقات عاتية، تلتصق بواسطة خيوط

## لمزيد من المعلومات انظر

- الكائنات البحرية ص ٣٠٥
- النمور ومرآة ص ٣٦٢
- مكثف الأحيائي ص ٣٦٦
- تدليل الأحيائي ص ٣٦٦
- نوراني ص ٣٨٥
- حقائق ومعلومات ص ٤٢١

العلماء (العواطف) هي  
نحلة نيرة عيشة  
بالدليل  
بالشروع



الشعوب المتعددة  
(النيداريات) هي  
بدائية نموذجية

## النيداريات

هامة البرية الكثرة  
تتكون من ارتفاعات تدعى  
حصى بحرية أو اسفنجية  
وتتواجد في قناديلها  
قناديل البحر الحصى هو، في الواقع،  
حيوان مفردة يسبح عبر الماء بحركة بطيئة  
كثير الشبكية ارتفاعاته هي مستعمرة صلبة من  
حيوانات عديدة من النيداريات تعيش ويعمل  
معاً. بعض هذه النيداريات تكون في مسطحات المياه  
المحيرة ويرفعها إلى سطح. وبعضها مُختصص بهضم  
الغذاء، مما يقوم البعض الآخر بوظيفته الكثر

شعوب اسفنجية  
يعيش فرادى وفي  
جماعات صلبة

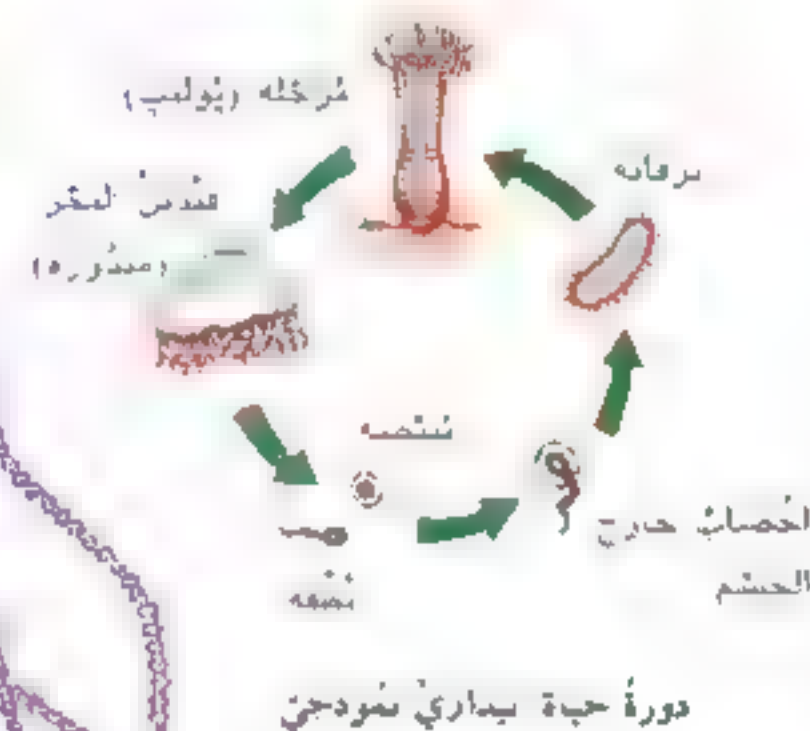
حار = الماء



معد الماء

## الشقائق البحرية

إذا استعصب ساطعاً صخرة بعد حذر، فقد تجد حبات  
بوظة فلامية صغيرة راحة لاصقة. بعضها شقائق  
بحرية. وتثبت شقائق البحر بأضراسها من مضاصفي ويثبت  
النسج خلفه ثم يمتد تحت الماء بمشيد الحيوانات عبارة  
بانحوا فيها حفر بها بخوصلة حلقية (حويطة  
الاصقة) فائدة حفر مساحت شقوق البحر وامتد إلى  
الداخل حتى لا ينفذ



يصبل طول لوامس اسفنجية  
الترنقات، تنسج بالكمال إلى  
٢م واد ما اصعد لامتد سمته  
يتمكن لشحبه ضفد

## نسج قناديل البحر

لوامس قناديل البحر فمقة بحلان حاضه بحوي حوضاً  
لاسعة وثيقه لفت تدعى خوصلات حصى. وقد لامت  
حيوان عاتر إحدى تلك بحلان، تتنخر نخوصلات  
اسفنجية بحوي بحارج، وفي غضون جزء من ثابته يفتت  
الحيوان بطنها طهرها حادة الفرسه بدهاها الحادة  
معظم الخوصلات الحصىة يفتت الفرسه بالشم، لكن  
بعضها يلتصق حوز الفرسه لشعها من الإقلاب

خوصلة حلقية

تفتت بحوي بحارج



خوصلة حلقية  
ملققة داخل حبيتها



# الديدان

إذا سیرت على شاطئ البحر بعد الجزر،  
فقد تشاهد لفائف من الرمل

الموجلي أشبه بمعجون أسنان انبثق من  
أنبويه. وهي في الواقع فضلات ديدان عروية  
حلقية خبيثة تحت سطح الرمال. هذه الديدان  
حيوانات ذات جسم طويل مُشدَّب إلى حلقات  
عديدة؛ وهي كالخراطيم (ديدان الأرض)  
والعَلَق تنتمي إلى شعبة الحَلَقِيَّات (الديدان  
المُشدَّبة) التي تولَّد قسماً صغيراً من الديدان  
التي كُلِّها حيوانات لا فقارية. هنالك شعبتان  
أخريان كبيرتان من الديدان هما شعبة الديدان  
المُسَطَّحة وشعبة الديدان المدورة (الممسودة)؛  
وكلتاها غير مُشدَّبة يعيش الكثير منها طفيلياً  
داخل الحيوانات الأخرى. والديدان الطفيلية  
عامة الانتشار في الحيوانات البرية لكنها تغزو  
أيضاً الحيوانات الداجنة والمُدَلَّلة. ويتسبَّب  
بعضها في أمراض تُصيب الإنسان كالغَمِي  
النهري (داء كلابية الذنب) وداء الفيل



دورة حياة دودة مُشدَّبة نموذجية  
الحلقات العائشة عن اليابسة تتكوَّن عادة داخل  
النويصات ثم تفعل ديداناً مُكتملة التكوين

## الحلقيات

لدودة العروية (أريكو لا ماريتيما) دودة  
مُشدَّبة تفسي مُعصم حياتها في خنجر  
بُريّ يُشكِّل تحفُّره في الرمل الموحل  
وتُقبَّه سُمُحط كبلاب يهز، وهي تعتدي  
بصع المياه عنده تسع لدودة  
لُحسيات التي تحمها المياه وتهضم  
محتوياتها العضوية ومن حين لآخر  
يعكس لدودة مساره في الخنجر حتى  
يسع ديلها الشفط، فذرق فضلات  
لرمل والوخل المعافية عليه

## الديدان المُسطَّحة

جسم الشريطية (الدودة الوحيدة)  
تُسَقَّع أشبه سكة طويلة  
تُصنع السوس تعيش الدودة  
في أمعاء الحيوانات المنسية،  
كالفيل والكلاب، مُتَشَكِّلة بها  
برابطة سمسات واحطاطيف في  
رأسها. تمتص الشريطية الغذاء من  
هايلها (المُغْبِف) وتطرد السوس في  
أكياس متصل عن جسمها

## الخُرطون العملاقة

أستراليا هي موطن الخُرطون العملاقة  
(ميجسكولندس أوشترانس) التي قد يربط  
طولها على 3 أمتار ويعيش هذه الديدان  
كافارها الأصغر، بأفلاع السراب وهضم  
مُخوياته العضوية

## العثراة البحرية

إشارة البحرية المُشدَّبة (أمروديت أكيويان)  
هي دودة لا أشبه الديدان سُكَّلا فهي  
بحجم قنصة يد شخص بالغ، ذات جسم  
مُمتدَّج عريض مُنقب بهذب. هذه العثراة  
تُحفر حُجوراً في الوحل والرمل في قاع البحر  
وتأكل ما يُصادفها من الحيوانات الصغيرة.

## المُعالِجة بالعلَق

جسم العنقة مُشدَّد ذو معص في  
كلا طرفيه يعتدي الكثير من  
أنواع العلق بالدم؛ فتقر، بعد  
العص، مادة كيميائية مائعة  
يُمتص. وكان الأطباء فيما  
مضى يستخدمون العلق لِفَصْد  
الدم من المَرْضَى



بإستطاعة العلق أن تمتص بسرعة كمية من الدم  
تساوي ثلاث أو أربع مرات وزنها

## الممسودات

### (الديدان المدورة)

يعيش الديدان المدورة طفلياً أو  
مُتَشَكِّلة، مُتَحَنَّة عادية وتتواجد  
بأعداد هائلة في التربة وفي النباتات  
ويموت عُلماء الأحياء أنه لو أُزيلت  
أشجار حرجية وتُرك ما عليها من ديدان  
مدورة لعل موقع الحرجة يتغيَّر



الشعرة البشرية  
(اسكارس المريكولندس)

## ديدان الصلوع

ديدان الصلوع العملاقة هذه  
شوهت للعمره لاوى عام  
1977 فهي تسوطن دق  
الخنجر حوز مُؤْهاب تدفق  
مها لعدة المُسَحَّة تُركاباً  
عن قشرة لأرض تحوي هذه  
الديدان صر من المكبر يشهد  
إطافه من كمادات تحت الماء



لمزيد من المعلومات انظر
الهيكل الذائفة ص 352
الأغص ص 360
لحم ومر حن ص 363
لشاش الجنسي ص 367
المحطيات ص 386
حقائق ومعلومات ص 420



## المفصلیات

أَكْثَرُ شُعَبِ الَّلَافَقَارِيَّاتِ هِيَ الْمَفْصَلِيَّاتُ . وَهِيَ حَيَوَانَاتٌ مُتَمَفِّصِلَةٌ  
الْأَطْرَافَ ، مُسَدِّفَةُ الْجِسْمِ ذَاتُ هَيْكَلٍ خَارِجِيٍّ (قَشْرَةٌ صُلْبَةٌ خَارِجِيَّةٌ) .  
وَهَذَا الْهَيْكَلُ مُتَمَفِّصِلٌ أَيْضًا بِحَيْثُ تَنْشِئُ أَجْزَاؤُهُ لِتَسْمَحَ لِلْحَيَوَانِ بِالْحَرَكَةِ .  
وَحَالَالِ النُّمُو يَظْهَرُ الْحَيَوَانُ هَيْكَلَهُ الْقَشْرِيَّ هَذَا ، مِنْ حِينَ لآخر ، لِيَتَسَيَّرَ  
لِجِسْمِهِ النُّمُو وَالتَّمَدُّدُ . أَنْوَاعُ الْمَفْصَلِيَّاتِ الْمَعْرُوفَةُ لَدَى عُلَمَاءِ الْحَيَاةِ  
تَفُوقُ الْمِليُونِ ، بِمَا يَجْعَلُهَا أَضْحَمَ مَحْمُوعَةٍ مِنَ الْأَنْوَاعِ الْحَيَوَانِيَّةِ عَلَى  
الْأَرْضِ . تَضُمُّ طَائِفَةُ الْحَشَرَاتِ قُرَابَةَ ٩٠ أَلْفًا مِنَ هَذِهِ الْأَنْوَاعِ ،  
وَتَنْتَوِجُ بَاقِي الْأَنْوَاعِ الْمَفْصَلِيَّاتِ عَلَى طَوَائِفِ الْعُكْبِيَّاتِ وَالْقَشْرِيَّاتِ  
(كَالسَّرَطَانِ وَالْكَرَكُدِّ) وَكثِيرَاتِ الْأَرْجُلِ (مُرْدُوْحَاتِ  
الْأَقْدَامِ - أَلْفِيَّةِ الْأَرْجُلِ ، وَشَفَوِيَّةِ الْأَقْدَامِ - مِثْوِيَّةِ الْأَرْجُلِ) .



## القِسْرِيَّات

بعض مُعَصَّم المُضْرِبَات فِي السَّحَرِ،  
وَهَذَا يَسَّرُ لَهَا شُغْرَ إِلَى أَحْجَامِ  
أَكْبَرَ مِنْ مَفْصَلِيَّاتِ الْيَابِسَةِ لِأَنَّ الْمَاءَ،  
بَذْفَعِهِ الطَّلَوِيِّ، يَذْغُمُ هِيَاطَ أَجْسَامِهَا الْكَبِيرَةِ أَضْحَمُ  
الْقَشْرِيَّاتِ هِيَ الشَّرْطَانَاتُ الْعَكِيَّةُ (مَآكِرُوكِيرَا كَيْتَمِيرِي) الَّتِي  
قَدْ تَبَلَّغَ، مَبْسُوطَةُ الْأَوْجُلِ، ٣٠,٥ م. بِالسُّفْسِ، فَإِنَّ بَعْضَ  
الْقَشْرِيَّاتِ ضَمِيلُ الْحُجْمِ جَدًّا، فَتَرَعِبُ الْمِيَاءَ الْعَذَّةَ، وَهِيَ  
مِنَ الْقَشْرِيَّاتِ، لَا يَرِيدُ حُجْمُ الْوَاحِدِ مِنْهَا عَلَى نَفْسِهِ الْكَانَةَ  
هَذِهِ وَتَعْرِشُ قَلَّةٌ مِنَ الْمُضْرِبَاتِ، كَحِمَارِ الْفَنَاءِ عَلَى الْيَابِسَةِ  
وَتَسْتَمْسِكُ الْهَوَا لِكُنْهَاءِ عَادَةً، بِحَاجَةٍ إِلَى الرُّطُوبَةِ.



مزدوحة الأقدام وشفوية الأقدام

منوثة الأرجل وأنت لأرجل سدو فتأنت  
بما عا عن نعدك كن نمكت بتريق بها  
منهونة داما تمخضها سدو همونة  
الأرجل تحمل روحا واحدا من الأرجل في  
نكي سدو، بها نية لأرجل، السدو  
السدو روحيا، تدو وكان لها روجي رخي في  
نكي سدو. كذلك فإن منوثة الأرجل صدو نكي  
هرايسها بكتابتها السامتي، في حس نعتي نية  
الأرجل بالساتات السدو وسرع كلا النوع  
إلى العيش في المناطق الرطبة لقطعة.



مَنَالَفَ حَسَنُ الْعِيَّةِ  
الْأَرْحَلَ مِنْ شَدِيدِ  
حُلْفَتَيْ مُنْمَحَةِ رُوحَانِ،  
عَبَدُوا لَهَا زَوْجَانِ مِنْ  
الْأَرْحَلَ فِي كُلِّ شُدْفَةٍ



## المقارن

بعض الحكيّات يتعهّد صغارها حتى تستطيع تدبّر أمورهم بنفسها  
فأنتى المقرب تلبّد صغارها فكتلة الشّكل، غنمطي الغنمات طهر  
الأم ونمكّن على فحمة محلب الدّور السّام. ونعذ أن نطرح الصّغار  
جندما نمرّ الأولى بهنّ من مخنمها إلى الأرض



## العنكبيات

العجايب والعقارب والفراذ والقمل تولفت طائفة  
من المفصليات تدعى العنكبيات - جميعها تقريبا  
تستوطن البسة، ومعظمها صيد العنكب  
الوهقي يقصص فراسه تدويم وهي حريري دقيق  
الظرف في الهواء، فإذا عثقت حشرة مارة بالدني  
سندها لعنكب يحو ويلتهمها



يَمْدُ الْعَيْكُوتُ شُعَةً بَعْدَ حُبُوبِ  
حَوِيرِيَّةٍ بَيْنَ دَعَانِمٍ ثَابِتَةٍ. ثُمَّ  
يَسْلُقُ الْخَيْوَدُ مُسْتَحِيمًا  
لِلخَطَاطِفِ وَالْهَلَبِ عَلَى اقْدَامِهِ.

غَزَلُ الشُّع

يَسْخَرُ الْعُكُوبُ شُعَّةً مِنْ حَرِيرِ عَيْ  
بَابُ وَتَيْنِ وَيَكُونُ هَذَا الْحَرِيرُ دَاحِلُ  
عَمِدٍ حَاضِيَةٍ فِي بَطْنِ الْعُكُوبِ ثُمَّ تَذُقُ  
سَائِلًا عَشْرَ قُوَاهِبٍ ذَقِيقَةٍ تُدْعَى الْمَعَارِبُ  
وَيَتَحَمَّدُ الْحَرِيرُ السَّائِلُ بِمَلَاوَةِ الْهَوَاءِ  
وَقَدْ يَسْغُرُقُ سَخُّ شُعْ دَائِرِيٍّ كَدُمَيْشٍ  
هَبْ قُوَّةَ اسْتِغَاةِ



## الحشرات

عد حقت الحشرات بأحافاً فمميّزة في العيش على اليابسة، وعمر ذلك قذرة  
كثير من أنواعها على الطيران فالحشرة الطائرة تستطيع التحوال في مدى  
وسع، وبذلك يتوفر لها موارد أوفر من أعداء الزنابير (الدور) حشرة طائرة  
مؤدجة ينقسم أحسنه فهي إلى رأس وصدر

ونظر، ولها روجان من  
لأحده ووجان استشعار

وهي، كما أحافس والفر من  
كدمه، نحول في مراحل النمو

نرى صفار الزنابير في غش سرعاية

الكبار، لكن صفار معظم الحشرات تقوم بشان

نفسه تعيش الحشرات البالغة غالباً في بيئة

تختلف عن بيئتها صغيرة، فما يعيش

الشرمان (أو ذيق) البالغ في الهواء، فإن

يرفاته مائة لعش عما أن بعض

حشرات مبي لعش دوناً



في الرأس عسان مركبتان كنه تان  
وهذا استشعار تقطع حواء  
العم الطعام وتعلم الحش  
عجسه لصنع القشر

الرأس

الصدر

لنظر

### حشرات عديدة الأجنحة

المسكة (الأحبة سنكر) حشرة صغيرة عديدة

الأجنحة، تعرف بها حوى ٣٠٠ نوع وهي،

كسار الحشرات عديدة الأجنحة، تعيش على

باباب الشدة ويعش أحاد داخل العنكبوت حش

بعض عسلات طعام

هذه الدورة الحياتية  
مؤدجة للحشرات  
الكاملة التحول في  
قواجل النور

إخصاب داخل  
الجسم

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

نقطة

دورة حياة حشرة نموذجية

### مبيدات الحشرات

بعض الحشرات راق ومه في تنجح

بمحس (الحشر) لمسات المزهرة

وبعضها شرة بأكل الثب وينجح صر را داه

بمحس عمد بمر روعو إلى دش حقولهم

بالمبيدات الحشرية للتخلص من صر الحشرات

نكن لكيمواويات المستعملة، لبوء الحط، غالباً ما

تقتل الحشرات المبيدة والقضاء مع



اصحبة الشريعة (عرس  
لنفي) شعبة ماوري الساب

### جان هنري فابر

عالم الحشرات الفرنسي فابر

(١٨٢٣ - ١٩١٥) أخرى أبحاثاً

منقصه عن حاء الحشرات شرها

في سلسلة من الكتب وقد نجحت

ملاحظات ذرة، ومو حة انكائية

والصورية الفقة في إثارة اهتمام

عظيم بطاغة الحشرات



و. خنها أشعة  
بالشور

### السرعة نهاحم فريستها

شعور (فرس شي) بطنة بحركة، بدا عمد لنس

وسمويه في اصعب دواسها فهي تخط على أشه طوية

حجها ور فة رحلها الامميش (كم يرفع يديه توشلاً).

ويش منطه فود مرن حشرة في مدى الضربة ففها

برجله لامميش اللتين تعملان، بأشواكهما الحادة (مين  
الفرد والظوب)، كالمزعة - فلا تستطيع الحشرة خلاص

### الخنافس القاذبة (الفاسياء)

طاعة الحشرات تشخدبم وسائل

مسة، وعرة احداً، هي صذ

فهاحمها فخشها فمادة،

عد سمعها حطر، برم نظها

فمشر بعض كموويات فة

وبتاعل فمشره من شها فحرا ساء

فحرف بعد فة فها حمها



اشواك حادة في كلابتي  
الرجلين الاماميتين  
تفص الغرسة المختسة

### لريد من المعلومات انظر

لاصبر ص ٢٠٤

الزهرية (سادت زهرية) ص ٣١٨

لغة ص ٣٤٨

شور ومراجله ص ٣٦٢

الهاكل الماعية ص ٣٥٢

الحركة ص ٣٥٦

السائل الحش ص ٣٦٧

حاش ومعلومات ص ٤٢٢، ٤٢٣



# الرَّخَوِيَّات

تولَّف الرَّخَوِيَّاتُ الشُّعْبَةُ الكُبْرَى الثَّانِيَّةُ مِنَ اللَّافَقَارِيَّاتِ. وَتَشْمَلُ أَكْثَرَ مِنْ ٩٠,٠٠٠ نَوْعٍ مُعْظَمُهَا مَائِيٌّ، وَالْقَلِيلُ مِنْهَا يَعِيشُ عَلَى الْيَابِسَةِ وَيَتَنَفَّسُ الْهَوَاءَ الْحَسْمُ فِي الرَّخَوِيَّاتِ ظَرْيٌ غَيْرٌ مُشْدَفٍ تَقِيهِ غَالِبًا مَحَارَةً صُلْبَةً. تُقَسِّمُ الرَّخَوِيَّاتُ إِلَى ثَلَاثِ طَوَائِفٍ أُولَاهَا: بَطْنِيَّاتُ الْأَقْدَامِ، وَتَشْمَلُ النُّظْلِيَّاتِ وَالْقَوَاقِعَ وَالْحَلَرَوَاتِ النَخْرِيَّةَ (الْوَلَكَاتِ)، وَهِيَ ذَاتُ مَحَارَةٍ لَوْلَبِيَّةٍ أَوْ هَرْمِيَّةٍ الشَّكْلِ؛ وَيَنْتَسِي الْبَرَّاقُ إِلَى بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ لَكِنَّهُ غَالِبًا عَارٍ مِنَ الْمَحَارِ. ذَوَاتُ الْمِصْرَاعَيْنِ كَالصَّدْفِيَّاتِ وَيَلْحُ الْبَحْرُ، هِيَ ثَانِيَةُ الطَوَائِفِ، وَهِيَ رَخَوِيَّاتٌ مُزْدَوِجَةُ الصَّدْفَةِ يَتَّصِلُ مِصْرَاعَاهَا بِمُقْصَلَةٍ. وَالطَّائِفَةُ الثَّالِثَةُ هِيَ رَأْسِيَّاتُ الْأَقْدَامِ، وَتَشْمَلُ الْأَخْطُوطَاتِ وَالسَّيْدَجَاتِ (الْحَبَّارَاتِ الْكُبْرَى)، وَهِيَ ذَاتُ صَدْفَةٍ صَغِيرَةٍ مَخْفِيَّةٍ دَاخِلَ الْحَسْمِ.



**تَزَاوُجُ الْبَرَّاقِ**  
يُزَاوِجُ هَذَانِ لُزَقَانِ مُعْتَمِلَيْنِ مِنْ حَنْطٍ مُحَادِيَّ لِرُوحٍ كَلَّا سَرَّاقَيْنِ خَنْطِيٍّ (مُزْدَوِجِ الْحَسْرِ)، فَعِنْدَ تَزَاوُجِهِمَا سَلَاوُحٌ حَسْمًا فِيمَا وَتَتَدَلَّلُ الطَّافُ عَنَّا أَعْمَادُ سَائِسِيَّةٍ حَاضَةٍ، ثُمَّ يَصْعُقُ كُلُّ نَرِيٍّ بِوَصْفِهِ لَاحِدٌ وَلَمِزَةُ الْخَنْوَةِ سَتَتْ عَرِيَّةً فِي عَدَمِ لُخَوَاتٍ، فَعَصَى مِنْهَا بَدَأَ حَادٍ دَفَرَ أَوْ أُنْثَى ثُمَّ تَحَوَّلَ إِلَى نَحْسٍ الْآخَرِ تَالِيًا

أَبْرَاقُ الْكَبِيرِ (لِيْمَاكْسِ)  
مَاسِيْمُوسِ



الْأَخْصَاتُ رَحِيٌّ فِي مَوَاقِعِ الْمَائَةِ وَالْمُحَارَاتِ تَنْبُتُ رَاحَتِ السَّيْنَةِ ثُمَّ تَنْفُصُ فَوْقَ عَارٍ صَغِيرَةٍ



مُتَلَفٌ بِمِصْرٍ

تَلْتَفُ مَحَارَةً  
بَتَّ وَنَاحِيَةٍ  
عَقْدَرِ  
السَّاعَةِ

قَدَمٌ عَصَلِيَّةٌ كَبِيرَةٌ

## بَطْنِيَّاتُ الْأَقْدَامِ

لَوْلَبُ الْإِنْسَانِ (بُكَسْتُومُ بَدَنُهُ) رَخَوِيٌّ مُزْدَوِجِيٍّ مِنْ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ، لَهُ قَدَمٌ عَصَلِيَّةٌ كَسْرَةٌ وَمَحَارَةٌ مُنْقَعَةٌ تَأْتِي بِهَا عَقْدَرَاتُ السَّاعَةِ عِنْدَمَا تَنْفُذُ قَلْبُهُ مِنْ مَحَارِ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ بِسُفٍّ بِالْأَنْحَادِ الْخَدَّائِيَّةِ الْمَحَارَةُ تَقْرُضُهَا طَمَعُهُ حَاضَةً مِنَ الْحَسْمِ لِدَعْوِ الْإِنْدَارِ يَعِيشُ الْوَلْتُ سَحْبَ الْمَاءِ وَيَسْقِي بِالْحَبَّاشِيمِ، سَمَاءُ السَّمْعِ فَوْقَ أَرَامِ الْبَحْرِ لَمَاءُ الْإِنْسَانِ الْخَجَرَةِ الَّتِي يَحْتَوِيهَا



## الْمَخْرُوطِيَّاتُ الْمُفْتَرَسَةُ

الْمَحَارُ الْمَحْدُودَةُ، مِنْ بَطْنِيَّاتِ الْأَقْدَامِ، تَحْدُثُ فَوْقَهَا بَشَرَةً قَائِلَةً وَدَامًا فَوْقَ حَبْرَةٍ صَغِيرَةٍ مَدَى الْقَضِيَّةِ، يَتَلَفُ مَخْرُوطِيٌّ خَرُوضُهُ كَحَبْرَتِهِ بِسُرْعَةٍ حَادَّةٍ فَوْقَهُ بَشَرَةً

بَلْبُ الْبَحْرِ الشَّامِعِ

مِثْلُوسِ

لُتُوسِ



الْأَخْطُوطُ الشَّامِعُ (أَكُوْبِسُ فُلْجَارِسِ)

## رَخَوِيٌّ ذَكِيٌّ

لَاخْطُوطَاتُ ذَاتُ بَصَرٍ حَادٍّ وَذَمْعَةٍ كَسْرَةٍ وَلَعْنَاهَا الْأَذْكَى بَيْنَ عَقْدَرَاتِ هِيَ سَدَكْرٌ لَا شَكَّ فِي لَأَنُوبِ وَبَحْدِ السَّبِيلِ إِلَى طَعْمِهَا بِسُرْعَةٍ وَهِيَ، كَالْمَحَارِ، تَسْتَطِيعُ تَحْرِيكَ بَسْرَتِهَا بِمُفَوْرَةٍ مَائِيَّةٍ إِلَى الْخَفِيفِ عَنَرِ غَضْبٍ قَمْعِيٍّ



## ذَوَاتُ الْمِصْرَاعَيْنِ

تَقْصِي بَلْبُ الْبَحْرِ مُعْظَمَ حَيَاتِهَا مُتَبَتَّةً فِي الصُّخُورِ بِخُيُوطٍ لَبَقِيَّةٍ مُتَبَتَّةٍ وَهِيَ، كَمُعْظَمِ ذَوَاتِ الْمِصْرَاعَيْنِ، يَصْعُقُ الْمَاءَ عَنَرِ حَاشِمِهَا، وَتَعْدِي بِالْحَسْمَاتِ عِدَّةُ الصَّغِيرَةِ الَّتِي نَحْسُ مِنَ الْمَاءِ الْعَبِيرِ بَعْضُ ذَوَاتِ الْمِصْرَاعَيْنِ حَقَارٌ وَمُنْقَلٍ بَلْ إِنْ لَعْنِ مِنْهَا، كَالْإِسْتَبُوبِ (الْمَحَارِ لَمَزُوحِيٍّ)، سَتَحُ

## رَأْسِيَّاتُ الْأَقْدَامِ

السَّيْدَجَاتُ (أَوْ الْحَبَّارَاتُ) الْعِمْلَاقَةُ هِيَ الْأَكْبَرُ بَيْنَ رَأْسِيَّاتِ الْأَقْدَامِ، وَالْأَكْثَرُ أَيْضًا بَيْنَ اللَّافَقَارِيَّاتِ يَعِيشُ الْعِدَارُ فِي أَعْمَاقِ الْبَحَارِ حَيْثُ تَصْطَادُ فَرَائِسُهَا بِمِجَنَّاتٍ تُعْقِدُهَا الْعَمَصَاتُ وَهَذَلِكَ مَصْصُ وَرَوَاتٍ عِدَّةٍ عِبَرِ مُؤْتَفَةٍ عَنِ سَيِّدَحَاتِ مُؤَيَّةٍ؛ يَكُنْ يُعْرَفُ أَنَّ الْعِمْلَاقَ مِنْهَا قَدْ يَتَجَاوَزُ طَوْلُهُ ١٥ م

[لمزيد من المعلومات انظر]

- الهيكل الداعمة ص ٣٥٢
- الحركة ص ٣٥٦
- الدماغ ص ٣٦١
- النمو ومراحله ص ٣٦٢
- السلوك الجنسي ص ٣٦٧
- حفظ ومعلومات ص ٤٢٠



# نَجْمُ الْبَحْرِ وَالزَّقِيَّات

يُؤَلَّفُ نَجْمُ الْبَحْرِ وَقُرْبَاهُ مِنْ قَفَافِدِ الْبَحْرِ وَجِيَارِ الْبَحْرِ شُعْبَةً مِنَ الَّلَافَقَارِيَّاتِ، تُدْعَى شَوْكِيَّاتُ الْجِلْدِ (الشُّوكْجَلْدِيَّاتِ)، تَتَمَيَّزُ بِأَحْصَانِ حُمَاسِيَّةِ الْبَنِيَّةِ فَتَنَجُّمُ الْبَحْرِ مِثْلًا، لَهُ فِي الْغَالِبِ خَمْسُ أَذْرُعٍ، وَخَمْسُ مَحْمُوعَاتٍ مِنَ الْأَعْضَاءِ التَّنَاسُلِيَّةِ، وَجِهَارٌ هَضْمِيٌّ حُمَاسِيٌّ التَّفَرُّعِ. وَشَوْكِيَّاتُ الْجِلْدِ جَمِيعُهَا ذَاتُ هَيْكَلٍ ذَرْقِيٍّ صَدَاحِيٍّ كِلْسِيٍّ. أَمَّا لِتَحَاثُ الْبَحْرِيَّةِ فَيُؤَلَّفُ شُعْبَةً مُفَصَّلَةً تُدْعَى الرَّقِيَّاتِ تَتَمَيَّزُ بِأَجْسَامٍ طَرِيَّةٍ كِسِّيَّةِ الشَّكْلِ، وَزِقَابَاتٍ شُرْعُوقِيَّةٍ.

الشرح

## الأقدام الأنبوبية

في الحذب السفلي من ذراع نجم البحر صغار من الأقدام الأنبوبية المتعانة بالماء، يربطها شبكة من الألفه الدخنة لهذه الأنبوبية فهي سمعي، ويمكن تحريكها فستقلع عن سورها وتستخدم هذه الأقدام لتحرك وقص الحرائر

إذا فقد نجم البحر ذراعاً يستطيع إتمام أخرى مكانها



## شوكيات الجلد

نَجْمُ الْبَحْرِ، كَسَائِرِ الشُّوكِيَّاتِ، ذُو هَيْكَلٍ صَدَاحِيٍّ كِلْسِيٍّ يَكْشُوهُ طَبَقَةٌ حَلَوِيَّةٌ رَمِيَّةٌ وَتُعْطِي لَصْدَاحٍ نَوَّارَاتٍ صَغِيرَةً وَأَشْوَاكًا أَصْفَاءَ إِلَى كَلَابَاتٍ صَغِيرَةٍ تَصْنَعُ صَعَارَ الْحَيَوَانَاتِ مِنَ الْإِسْتِرَارِ عَلَيْهَا. وَنَصْفَانِجٌ مُتَمَفِّصَةٌ تَسْمَحُ لِلْحَيَوَانَاتِ بِالنَّشْطِ أَيْضًا فِي نَجْمِ الْبَحْرِ بِيَوْسُفِ الْأَذْرُعِ فِي حَبِّ جِسْمِهِ السُّفْلِيِّ، وَهُوَ عِنْدَمَا يَقْنَذِي، يَدْفَعُ بِمَعْدَنَةِ حَارِجَا غَرَّ الْعَمِّ قَائِلًا إِلَيْهَا ظَهْرًا لِقَرِّ

يُشْفِطُ الْمَاءَ مِنْ هَا

يُشْفِطُ الْمَاءَ مِنْ هَا

للبرقيات حمرة ملهري وهذا يُعتبر سليل العظمى في القدرات



## الزَّقِيَّات

تُجَاوِزُ الْبَحْرُ الْبَالِغَةُ حَيَوَانَاتٌ صَغِيرَةٌ تُسَمَّى الْغِذَاءَ مِنَ مِيَاهِ الْبَحْرِ، وَهِيَ بَعْضُ قُرَازِيٍّ أَوْ حَمَاقَاتٍ مُتَمَفِّصَةٍ بَانْتِجُورٍ عَالِيٍّ أَوْ الْبَرَقَاتِ فَتَسْخُجُ بَحْرِيَّةً، وَتَسُوُ مُحَسَّنَةً تَسَامًا، إِذْ هِيَ شُرْعُوقِيَّةٌ لَشَكْلِ

درر لقدم الأنبوبية غر القلوب

يعيش دولا في الماء في دواع البحر في المياه الضحلة، ويعيشي بجمع اكسيما، اذهبها اصالحه للاك

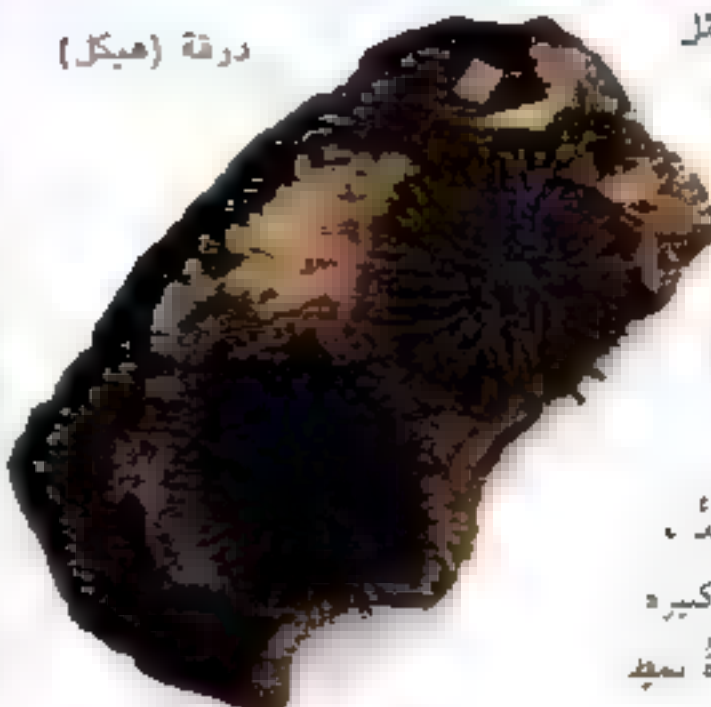
## دولاز الرمل

دولاز الرمل قنذ بحري قصير الأشواك مُعَلِّطُخِ الشَّرْفَةِ حَذًا، يَحْتَضِرُ بَسُوَ قُرَازِيٍّ مِنْ لَسْكَوَبٍ أَوْ كَقِصْعِهِ يَدْفَعُ مَعْدَنِيَّةً كَبِيرَةً وَعِنْدَمَا يَسْرِي الْأَشْوَاكُ بِالْحَبِّ يَنْدُ مَوْرَهُ، تُمْكِنُ أَنْ هَذِهِ سَطْرُ مَعْدَنِيٍّ مِنَ الْبَقُوبِ حَيْثُ كَانَتْ شَرَرُ لَأَقْدَامُ الْأَنْبُوبِيَّةِ سَلَا

دوقة (هيكل)

## قفاذ البحر

يَدُوُ قَفَافِدُ الْبَحْرِ مَحْبَبَةً حَذًا، فِي شَكْلِهَا، عَنِ نُحُومِ الْبَحْرِ، لَكِنَّ تَنَاجُجِيَّاتِهَا حَبِّ الْأَسْوَدِ حُمَاسِيَّةٌ مُسَائِلَةٌ لِأَحْرَاءِ دُرْفَةِ قَفَافِدِ الْبَحْرِ فَتَسْدِرُهُ، وَهِيَ فِي الْحَابِ السُّفْلِيِّ مِمَّا يَغْدِي الْحَيَوَانَاتِ بِالزَّرْحِ هَوِيٍّ الْفُخُورِ كَأَشْطَا مَ عَلَيْهَا مِنْ بَنَاتٍ وَحَيَوَانَاتٍ صَغِيرَةٍ بَأَسَانِهِ يَحْمَسُ

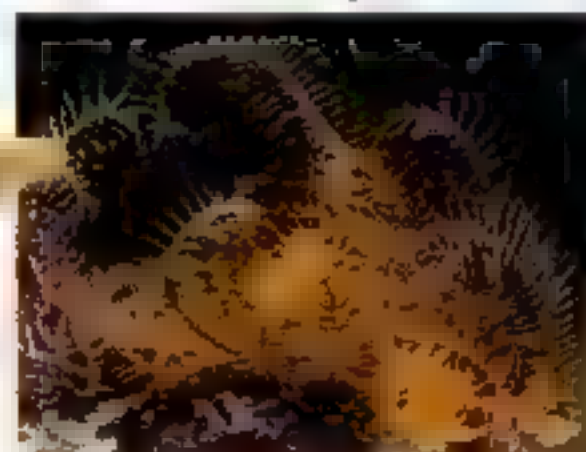


## أشكال نجوم البحر

هناك حوالي ٢٠٠٠ نوع من نجوم البحر معاديه.

بعض من هذه النجوم فقط كسور شوكيات الجلد وانحطت منها، كما يرسل الماء بصلته، بعضي من هذه النجوم حية عات، ويشخدم نجم البحر هذه الأنبوب لتصبح غرقة صدادى الرخويات ذوات مضطرس، ثم يغذي بدفع معدنه مما بين المضطرس أن النجوم سخر النصفه والربشه بعض من مياه لاعمق، وتستخدم أقدامها الأنبوبية الصيلة في تجميع الجسيمات لبقضاء الدقيقة، ثم تدفع بها إلى الفم في وسطها

نجم البحر القزقي



نجم البحر ذو الاكليل الشوكي

نجم البحر الزبني



## لمزيد من المعلومات انظر

- نجم ومراحله ص ٣٦٢
- شوكي بحري ص ٣٦٧
- شوكي ص ٣٨٥
- المنحط ص ٣٨٦
- حذات ومعومات ص ٤٢٠



# الأسماك

منذ ما يزيد على ٤٠٠ مليون سنة كانت تسبح في بحار العالم حيوانات مُدرعة عريضة تُدعى محاربات الجلد. لم يكن لها فكين ولا زعانف، لكن كان لها عمود فقاري جعلها أولى الفقاريات على الأرض. حاليًا تعيش الأسماك، وهي السلالة المائية لتلك الحيوانات، في شتى بحار العالم وبحيراته وأنهاره. الأسماك خارجية الحرارة (باردة الدم) - تتغير درجة حرارتها تبعًا لمحيطها، ويقل نشاطها بانخفاض درجة حرارة البيئة. هنالك أكثر من ٢١٠٠٠ نوع من الأسماك، وهي في معظمها ذات فكين، مشيقة الجسم ومغطاة بالحراشف غالبًا. والأسماك تتنفس الأكسجين المُذاب في الماء بواسطة الخياشيم.



روح من الزعانف الصدرية  
تستخدم للوحدة وضبط  
السرعة والتوازن

حراشف متراكمة شبيهة بالشكل

علاف النمر معلق حول غشيه مخزن



## كلب البحر

كلب البحر قرش صغير يسوطن  
لحمه الصخنة عند تراوح  
تحت يدك يوصي لأش داخل  
جسمه ثم يصح لأش يوصي  
في علاف حذنه يغلق حول  
لأعشاب البحرية. والمعروف أن  
كلاب البحر لا تحترق يوصي

## الأسماك الغضروفية

هياكل القرش والشفين والشفن (اللياء) غضروفية لا  
عظمية. وهنالك حوالي ٧٠٠ نوع من الأسماك  
الغضروفية تستوطن المياه المالحة، وكثيرا تفر من  
اضواري. وهذه الأسماك مشيقة الجسم زوجية  
الزعانف، تعطي حذنها حراشف سبيكة شكل نكسها  
منبس حشا

برغشعة الذئب اللامع  
من سميراز سبل القرش

قرش حشرون، مع

محرك القرش قدما تمتص

الخياشيم الأكسجين

الدار في الماء

رغفة  
ظهره  
مفرده

حاشية الشم  
جبهة تسعد  
القرش في  
البحر طعمه

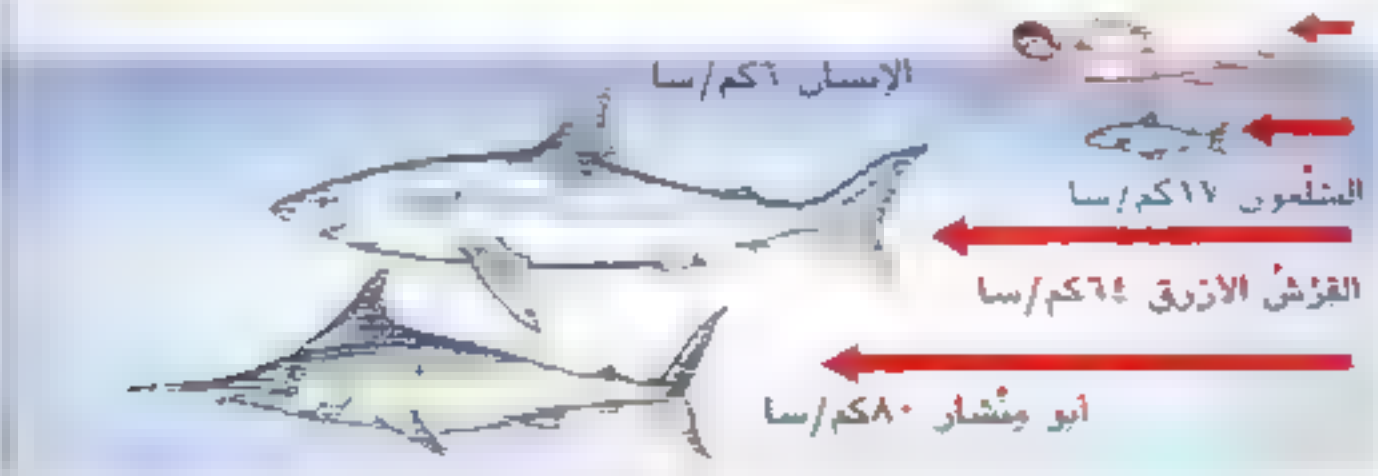


## في باطن القرش

سيف حشم قرش في معضده من عظام تسخدم في السباحة وهي  
متركة في كل حذنه كما في سائر الممارات. وشك حذنه من معي قرش  
لولا فككت نعى اعصر مساحة سطح كبير، لامصاص البعداء كما  
تساعد الكبد الكبيرة على بقاء القرش طاقيا

## سرعات الأسماك

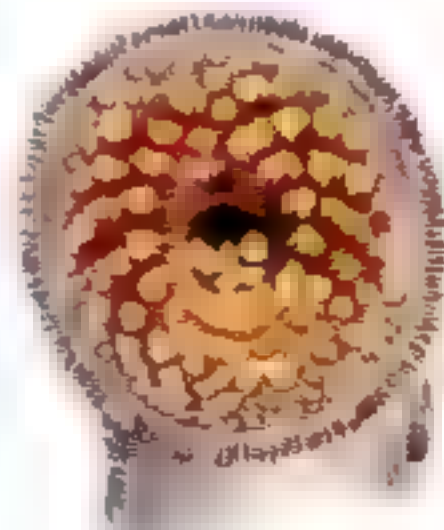
على العموم تزداد سرعة السمكة بزيادة أنشباتية جسمها. ومعظم الأسماك  
أسرع مباحة من الإنسان الذي معدل سرعته ٦ كم/سا، للمسافات القصيرة.



## الأسماك العديمة الفكين

فئة من الأسماك، كالجلكي والجريث، تحوي  
بعض سمات الأسماك البدائية. فهي عديمة  
الفكين والزعانف الزوجية، وتحت حياشيمها  
كؤات لا شقوق. هنالك قرابة ٧٠ نوعا فقط من  
هذه الأسماك. تعيش الجلكي البالغة طفيليا على  
الأسماك الأخرى، فيما تستطفي صغار الجلكي  
الجسيمات البدائية من الماء.

مم الجلكي البالغة ذو حطاطيف (كلاليب)  
متركة حشفا تمكها من التغلق بالأسماك  
الأخرى وأمتصاص دمها





## الأسماك العظمية

يستعملون المرقط ( قزونة ) وجميع الاسماك النسيبة في هذه الصفحة، سمي  
الى هذه الاسماك العظمية تجرى فئات الاسماك اثلاث هذه الاسماك التي  
مكسر عظمي. وحرث حاصل مليء سعار، يدعى المنحة بهوانة، يعمل  
دعوه دحبة. وبعضها عدة حراشيد ذبيرة مسطحة رعة،  
والخياشيم مذبذبة خلف ميدلة تسمى الوهاد. وحلال ٢٥٠ من سب  
الاحبر، تشأت صروب مذهبة من الاسماك العظمية المختلفة الاشكال  
والاوان والمخجوم



## الأسماك الطائرة

اسمكة الطائرة تُلْت من أعينها بالإطلاق  
في الهواء مُدْفَعَة عِبرَ سَطْحِ السَّحَرِ لِتَسَانِ  
حَذَرَهُ فِي سَهْوِهِ ۝ فَبِهِ ۱۱۰ ۝ قِيلَ لِي مَوْصُوفِ  
تَبَةِ فِي سَهْوِهِ ۱۱۱ ۝ "حاجي" اسمكة  
الضَّارَّةُ هِيَ رَغْصَانٌ مُصْبِحَتَانِ لِأَنْوَاعِ  
لَصِبَتِ الطَّيْرُ رَوْحٌ وَحَدٌّ مِنْ أَرْعَافِ أَوْ  
رَوْحَانِ كَهَذِهِ اسْمُكُهُ عِلَالُ

الاسماء الغريبة راجلة الإخصاب في معظمها،  
وهي تصبغ البيض غلقاً أو تلد صغارها أحياء

الرَّغْفَةُ الظُّهْرُ تُكْسَبُ السُّفْعَةُ  
اسْتَعَارًا وَأَنَّهُ  
الرَّغْفَةُ مُدْعَمَةٌ سَفْعٌ  
حَاسِمَةٌ وَهِيَ تَحْرُلُ  
مُسْتَقْبَلَةٌ بَقِيَّةُ  
أَحْجَادِ السُّفْعَةِ

حَرَّاسُهُ مِنْ أَكْبَرِ رِفْعَةِ نَفْسٍ  
لَا حَقَّكَالَ مِنْ السَّمْعَةِ وَالْهَاءِ

براسن شعطي  
مصارف عطفه

سنة ١٢٠٠ هـ  
ويعملها لاسم  
بجانبها

يعطى بحسبهم وصاؤهم على حركته  
فك وعنا، في صبحه، هو

رَبُّهُمَا جَسَدِيَّتَانِ سَوِيحَهُ الْحَرَكَةُ



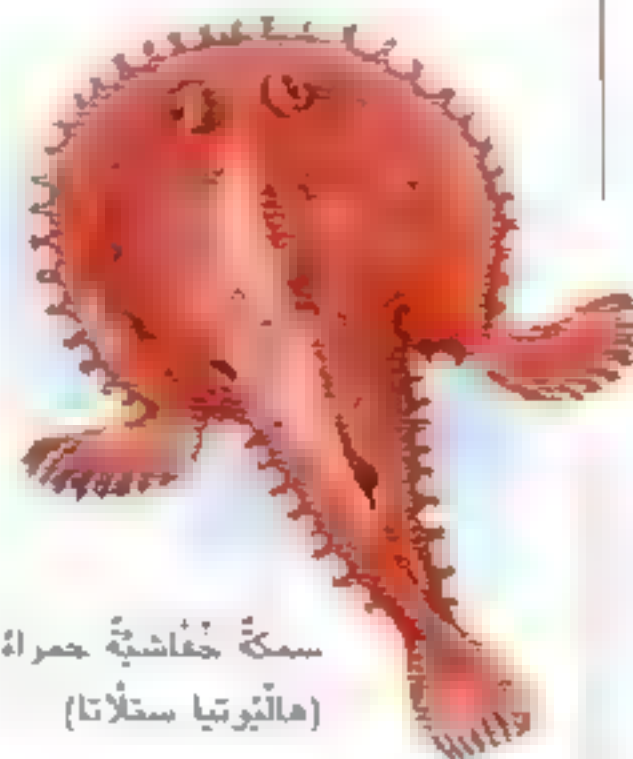
## الأسماك الشبيهة

جَعَلُوا الْأَعْمَىٰ إِتْرَافًا سَعَدًا  
 لِأَسْمَاءَ مَعْبُودَةٍ لَّأَسْمَاءَ تُغْنِي عَنْهُ  
 الْإِنْسَانُ وَتُسْمِكُهُ لِلْهَيْمَةِ إِذَا تَدَوَّىٰ  
 هَيْمًا بِكِنَىٰ أَتَىٰهُ مَدَامُودٌ بِسَاحِ خَرَجٍ  
 تَبْرَهُ مِنْ أَسْمَاءَ حَتَّىٰ يَفْقَحَ كِدَابُورَ قَصَبٍ  
 تَبْرَهُ لَهَا بِسَاحِ مَدَامُودٍ لَا يَطْفُئُ  
 تَبْرَهُ مَفْجُوحَةً لَهَا بِسَاحِ لَهَا أَعْمَىٰ فِي

ما من شيء  
في الدنيا

## أَسْمَاكُ الْأَعْمَاقِ

في أعوار النحر السحيقة لا يوجد ضوء ولا نبات؛ فعلى الكائنات في تلك الأعماق إما أن تتغذى بالفضلات، الهابطة من الطبقات العليا، أو بالحيوانات الأخرى. والأسماك الخفاشية هي من بين أعرب الأسماك في قاع البحر؛ وهي تنمّت باللاقنارات والأسماك الصغيرة، وبحوثٌ مُتّقلةٌ باستخدام رعايتها



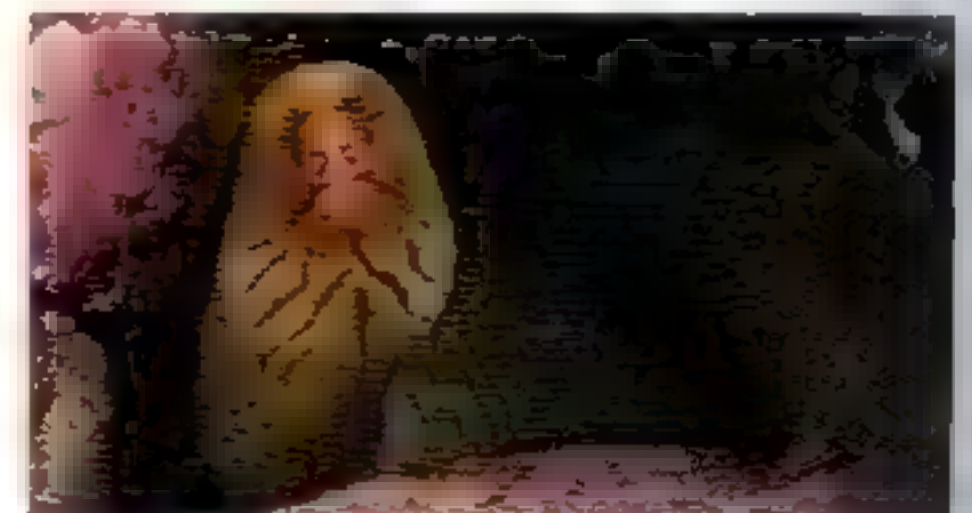
درس البخار

[illegible]

الأنفيس، رُفُحٌ در بر عاف  
فرسُ القدرِ واتف  
الصدرية، وَدُ عاف حوصلة  
(هينوكامپوس هوایتی)

الأنقليس (ثُعْبَانُ السَّمَكِ)

الأشجار تنمو في سكره لغده، لكن رعيته وحاشيته  
تقتل منه من الأسماك، فليس النوارى الأحضر (حشور) كمن  
يرى رسوم) فودحي لفصلته، تخم في المحامي الصخرة  
ونهاج الحيوانات لغده بأسمائه الحذرة بعد دورة حياه  
لا عيب كبريه دونه فحلفه الشكاي تمام عن الأشجار الرابع  
وسمى رعيته عنه سم اب الممور في طور سنوخ



الحريد من المعلومات أنظر

شخصي ص ٣٤٧  
 ندوة الدعوة ص ٣٤٩  
 ايتا (في الأحياء) ص ٣٥٠  
 الجلد ص ٣٥٤  
 الحركة ص ٣٥٦  
 الخواص ص ٣٥٨  
 حقائق ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢







## الذواتل (الصفديّات الذليّة)

هذه البرمائيات أطول أحياناً من السراوات وأصغر  
أرخلاً، بعضها ذو ذيل مُنطوية تسحبها في البُحّة  
السمنريّ (سمنرياً سمنرياً) ذو لونٍ زاهية، كما  
صُدغ السّم السّكي، لتُحذّر من أن جلده سامٌ. تواجد  
السمندر في صورة رئيسية في نصف الكرة  
الشمالية، ويستوطن المياه، أو الأماكن الرطبة كالأرضية  
الجارية. تتروّخ سمندر البر على الرّ، وتنمو الوصل  
وتفقس داخل جسم الأم.



سمندر حنّ سمندر البر  
جانباً لشماليه سمندر



٣. تعد سلسلة  
من الحركات يشترك  
الذكور أثناء الأثني. وعندما  
تغسل ذيله، يصغر رأسه  
بخطفه فيسحب الأثني فوقه  
مُدخراً الطاف جسمه

بجانب الصفديّ والعلاجيم،  
السمندر والسمندر لا يُفقد أذيالها  
في مرحلة الحلو



سمندر صغره  
الأناس وفسها في قطع

٢. ثم يسبح الذكور أمام الأنثى ويسرع  
شعاعاً بحيث يسبح عليها الطريق، ثم  
تنوّع مدته صاعداً راحته نحوها

١. بعد قصبة السمندر العائم بحذاء الماء عند  
أحد الذكور من ذمّي رأسه حاداً واستمعاً  
سبحاً راحته السمندرات من خطفه في ذم

## رقصة التودّد

عند رُوح سمندر، سمندر  
يصنع حركات من صف  
فمنسحب الأثني وهي حركات سمندر  
بذم الأثني ثم تُدخّل فوق منه خطفه حتّى  
مدخل بفتاف جسمه من سمندر  
البر من فتاف (سمندر) جسدياً هذا  
فتروح بحيث حذاء وتُدخّل في  
قصبة منه سمندر في رُوح



الذم  
بفسي سمندر الأم و  
سمندر الذم

## القطعاوات (اللاقديّات)

اللاقديّات حيوانات مائية أو جاحزة يستوطن المياطين  
المدارية، وهي عديمة الأرجل، أسطوانية بشكل أشبه  
بالديدان أو النعس الحظاطة صغيرة منها بالبرمائيات  
كأن بعضها يصنع نوحاً بنفس منها شرعاً حنومته،  
منها برنقها مباشرة بالسمندر  
والبرمائيات الأخرى



اللاقديّات  
لها أعين، وبكتها  
شعاع عصياء

اللاقديّات، في  
شعاعها، شعاعاً  
بصافيّة قزنده



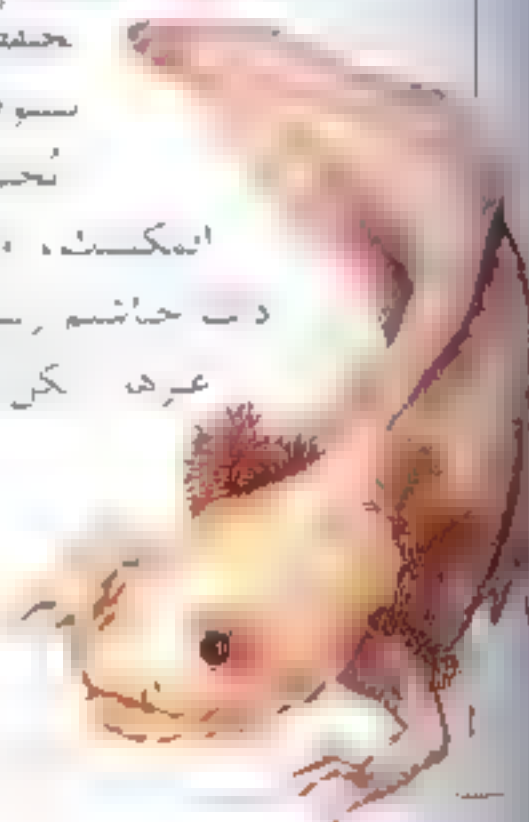
## حياة الظلمة

سمندر سمندر (سمندر) كهوى شعور بكسبه  
وعينه في حوض أو داء جسم هذا كان رفيع كعنه، ورجله دهنه،  
وعدا شعاعها بفتافها حنومته لا يرى بعض السمندر في  
البر ولا في الحوض، وبعضها حنومته حنومته حنومته  
سمندر سمندر كهوى حنومته حنومته حنومته حنومته

## السمندر المكسيكي (أجزولوتل)

السمندر المكسيكي (أفستوما مكسيكانه)  
تدعى أحياناً "سمندر" برمائيات، له  
حظفة سمندر  
سمندر هذه سمندر  
نحوه في

المكسيك، هذا حنومته حنومته  
ذم حنومته حنومته حنومته حنومته  
عنه حنومته حنومته حنومته حنومته  
وتسوطن سمندر  
هذه سمندر حنومته  
في الحوض حنومته حنومته حنومته  
ذم حنومته حنومته حنومته حنومته



لمزيد من المعلومات أنظر  
الدورة ٣٤٩  
سمندر (هي لأحياناً) ص ٣٥٠  
الحنومته ص ٣٥٤  
حصول ص ٣٥٥  
الذم ص ٣٦١  
بكتها حنومته ص ٣٦٧  
حنومته حنومته ص ٤٢٠، ٤٢٢



# الزواحف

تضم طائفة الزواحف حاليًا قرابة ٦٥٠٠ نوع؛ وهي فاقت هذا العدد بكثير في سالف الأزمان. فعلى مدى ٢٠٠ مليون سنة، سادت زواحف ما قبل التاريخ الحياة على الأرض، وشملت الدينصورات أكبر العاشيات والضواري التي استوطنت اليابسة على مدى العصور. كانت الزواحف أولى الفقاريات التي تكيفت للعيش على البر بنجاح - فلم تعد مضطرة للعيش في بيئة رطبة، بفضل جلدتها الحرشفية الجاف المقاوم لقرط فقد الماء من الجسم، وبفضل القيوض الجلدية المتينة التي تلف يوضها على اليابسة فتقيها من الجفاف. ولما كانت الزواحف خارجية الإحراق (باردة الدم)، فهي تعيش غالبًا في المناطق الدافئة من العالم حيث تدفئ الشمس أجسامها فتشط.

الأصلة (البواء)، كسانو

الزواحف، حارحة الحرارة،

تقلى في الشمس أثناء النهار،

وتسحب في الظل حين

يشد الحر كثيرًا

أما اصل الناصرة (الكور) محو

وموضعين في مقدمة العم وهي

تستطيع قذف السم في الهواء بدقة

مخو مهاجمها

لازجة والمفضل لمرقة تشمع

لقشعي الفك الشفوي بالتباعد أثناء

بتلاع الفرائس

أما ما هددت، تنشر الكور،

ضليعات حول راسها وتنفقها

الحيث لها أحيانًا كنز من

الاضلاع، لكنها ذات ربة عاملة واحدة عادة

تترادف كلنا لافعي، الواحدة خلف

الأخرى، تلاؤما مع ضيق الحشم



## الحرشفيات

نفسه الزواحف حانية لي ثلاث رتب رئيسية أكثرها كثير الحرشفيات (الحذات وحذات) ومع أن الحذات تبدو مختلفة الشكل حد عن المعطيا، فالأرخح أنها تنشأت من أسلاف عذنية الشكل بفقد أرخحها تدريجيًا اصل هدي (حذات) أفعى بمودحية من امانية اناس، تقل صحتها بحض لشم ثمة تشعها كمنة ويضع الفصل الأثنى حوالي ٢٠ سنة جلده الشرة ويخرشها حتى نفس

حذات  
صعدة  
مركبة

## الأصلة العاصرة

الأصلة العاصرة (كستر كور، كستر كور) منق مرسها سحن هض منق الأفعى جسمها حول الصحية وتمنق من شمس ومن اصحات ابي موب تشعها بالراس أولا. الاصلات تيوح وود ي ن لأثنى حمنط سنها (معافا بقشرته) داخل جسمها حتى نفس فود

## المعطيا العملاقة

بين كومودو (قرنوس كومودينير) هو اصحم عدد العالم، فقد يتلغ طول البالغ منه، من الراس إلى الذنب، ٣ أمتار، ويترن أكثر من ٧٠ كغ. تشوحن المعطيا العملاقة هذه جزرا في بنوبسيا ونغندي بحيوانات قد تلغ خضم الأبايل



للوزعة (سالم ارض) عمار  
كمنات كالكتير من الحيوانات  
الليلية النشاط

تقتدى الاعوانا المخرثة

بالطحالب النامية على

الصحور المغمورة

## المعطيا العواصة

الاعوانا المخرثة (امسركس كرسائس) سوح خيز علا عوس، شرمي المحيط انهدى، وهي الوحيدة من المعطيا التي يقدن في اسخر وهي عندما يعوض في الماء ساحا حقان قلبها، فاعذ ذلك في بوفر اسهلاك الأكسجين، ويخون دون يربد كمنه كره من دم الاعوان بالمياه البارقة الخارجية

## الانسلح

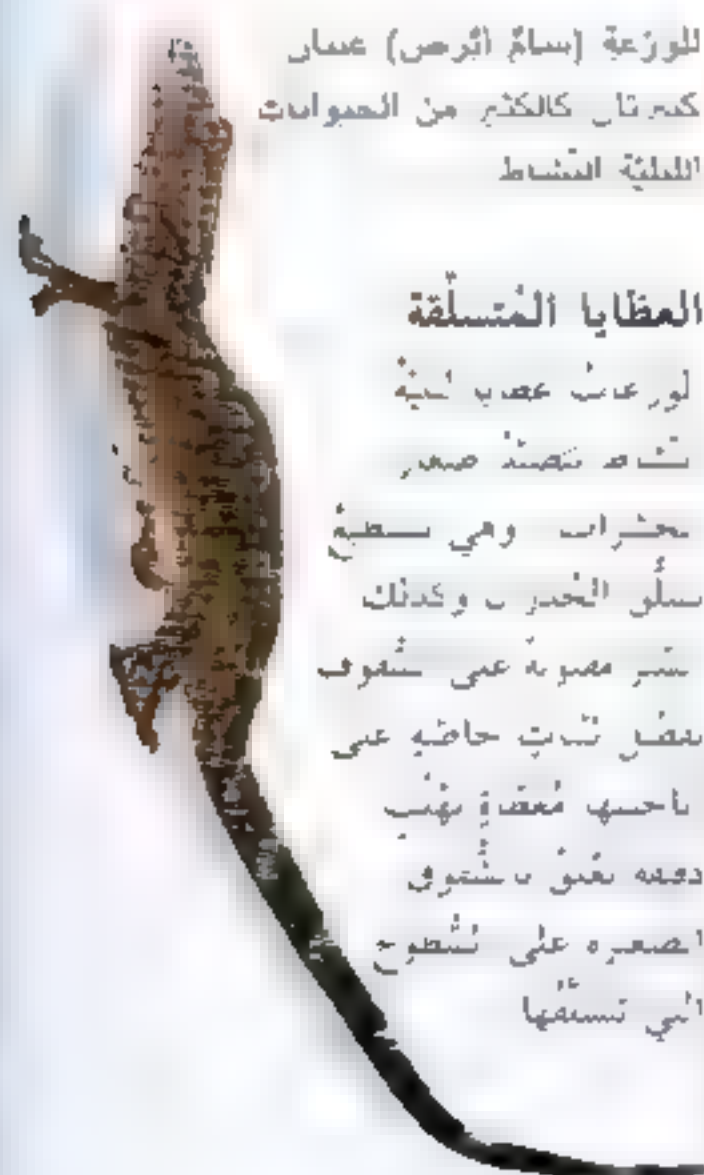
تفرخ المعطيا ونحبات من وقت آخر طبقه لحد ابحارحة لتستطيع اسنو وتنشوق عمنة الانسلح هذه في اعالي عدة ايام، حت بدأ ابحد بالانسلح حول الراس أولا، ثمة ياخذ سشور عمن امداد في الحشم ونحبات تفرخ جلدها قطعة واحدة في العلب

العطاية الطبيعية لعمية  
(اسجويس قراحيبس)  
تفرخ جلدها قطعا كبره



## المعطيا المتسلقة

لورعات عصبية لينة تشبه تصنع صدر حشرات وهي سطيح سلو الخدر وكذلك سحر مصوبة عمن شحوف بفضل تبات حاضه عمن ناحيتها معضلة يهب دونه عمن سشوق اصغره على سطوح التي تستقيها





يشيع النمساح صامد رخصة قزح  
حشمه، ومعوخا بيله الفلطح

رغم أن النمساح الهندي  
صار رهيب، فهو والد  
خمون يفتني بصغاره.

تغطي حشم النمساح  
حراشف كبيرة، والظهر  
مها فقزاة بالعظم كصفائح  
مدرعة

**النمساح**  
النمساح على أنواعها تنتمي إلى رتبة النمساحيات، وهي شبيهة بالعصا  
الجملاقة، لكن ترتب العظام في جماجمها يظهر أنها أقرب إلى  
الديصورات منها إلى أي راحف حي. هناك حوالي ٢١ نوعاً من  
النمساح، كلها تعيش جزئياً في الماء. أما النوع الأكبر، وهو نمساح  
النمبات النهرية النحري (كروكوديلوس بوروسس)، فقد يتنح طوله ٦  
أمتار أو أكثر - مما يجعله أضخم الزواحف في العالم

منحرا نمساح في طرف  
حظمه ويمكنه عنقهما عندما  
يعوض في ماء

الأسنان بسيطة  
وتدعى لشكل  
لتحريك اللحم

نفسه نسي  
النمساح صغاره

إلى الماء في معها وترعاف عدة شهيرة  
حتى تستطيع الاعتمد على نفسها

جمجمة النمساح  
الهندي

جمجمة نمساح النمبات

حظم  
عريض

أرجل قوية  
قصيرة

**جماجم الزواحف**

خنجمة نمساح النمبات عريضة، وعظامها  
قوية لمعدن وهو ينتمي إلى حيوانات الكسرة،  
فحزب حشته بح الماء ناعسا لها فمها ينفتحها  
كاملة أما نمساح الهند الأصغر (جافاليس  
جانبكس)، في نهاره الفرة الهندية، فمها  
بالأسماك ويمكن أن في خنجمة صندل حد، وهو  
ينفتح طعامه حظما كاصور

نمساح بالغ



دورة حياة زاحف نمودجني

نفسه  
نفسه

نفسه  
نفسه

**الثواتار**

الثواتار هي سلالة لوحدة  
الناقة من فئة الزواحف المتديبات الأسنان -  
التي كانت شائعة قبل ملايين السنين وبخلاف  
الزواحف الأخرى، فالثواتار تطل بشطة في درجات  
الحرارة الحسنة الدارة والبرودة المرفقة بها  
(سمودون بكتس) تعيش حالياً في مخيمات حاضبة  
على شرف صغيرة بعدا عن سواحل بورلندا

**الزواحف السائدة**

كانت الزواحف في سلف الأزمان أنجح التديبات على  
الأرض، وقد تراوحت أحجام الديصورات من حيوانات صغيرة  
بحجم الفرحه إلى الراكوسورس العملاق (بطول ٢٥م ووزن ٥٠  
طناً) ثم انحصرت الديصورات وأشكال أخرى من الأحياء  
في زيادة جماعته يعتمد بعض العلماء أن سبها يعود إلى ارتطام  
رجيم هائل بالأرض.

ديتوتكس  
ديتوتكس  
الزحليل الاممديس



**السلحفيات**

سلحفاة النهرية (البحرية) والرئة بحمها دنيا  
عظمي معطى بحر شفة قزحية تغتدي السلحفاة  
بساتب والحيوانات الصغيرة، وهي عديمة  
أسن، تغطي الفكس بها مدقة قزحية نجاة  
علا باغوس، أعلاء (جيوكيلون إنفويس)  
هي نوع عملاق من السلحفاة البحرية  
قد يزيد وزنها على ١٧٠ كغ

يتنح طول الثواتار الكامل النمساح  
حوال ٦٠سم، تعيش الثواتار في  
محوي وتفتدي بالخضراوات والبنيض  
والصفاد وصغار الطيور البحرية

لمزيد من المعلومات انظر

النفس من ٣٤٧
السنة الباطية (في الأحياء) من ٣٥٠
الهياكل الداعمة من ٣٥٢
الحركة من ٣٥٦
الحواس من ٣٥٨
التناسل الجنسي من ٣٦٧
حفاظت ومعلومات من ٤٢٠، ٤٢٢



# الطيور

الدلائل الأخفورية تشير إلى أن الطيور قد تطوّرت من الرواحف. كما الرواحف، فقاريات تصع ثبوتاً ذات قشرة، وبقايا الحراشف ظاهرة في القدمين. لكن الطيور تتميز عن الرواحف بمعالم شتى، فهي من بين سائر الحيوانات مكسوّة بالريش، وكلها ذات أجنحة ومناقيد. وهي داخلية الإحراق (حارة الدم) - فلا تتغير درجة حرارتها بتغير درجات الحرارة الخارجية. ودفع الجسم هذا يجعلها ناشطة الفعل والظيران دوماً، والواقع أن الطيور أكثر الكائنات الحية قدرة على الطيران. هنالك ٩٠٠٠ نوع من الطيور تعيش في مختلف الأماكن - في المدن والغابات المطيرة الاستوائية وعلى الطواقي الجليدية.

ريش الطيور مطوّر من حراشف الرواحف.

الطرفان الأماميان تحوّر إلى جناحين



تغطي القدمين حراشف صلبة

## تصميم الجسم في الطيور

خلال مراحل التطور، أضحت أجسام الطيور حميدة، مشقة إسيانية، ومدمجة فطائر الرفرف (المازور) هذا (البيدو أنيس) يبلغ ١٦ سم طولاً، لكن لا يزيد وزنه على ٤٠ غم وهو، كسائر الطيور، مكسو بالريش، وتغطي قدميه حراشف صلبة، وينقاره صلب لكنه خفيف الوزن. والطيور الصغيرة، كالثرفرف، ذات درجة حرارة جسمية هي الأعلى في عالم حيوان لد فهي بحاجة إلى مزيد غذائي مستمر لسد احتياجات أجسامها



الهيكل العظمي للطيور الهيكل العظمي الرقيق نظام العظام لا يوزن أكثر من حصة جسمه من محمل وزن جسمه عظام الجناحين مخوفة، كسائر عظام الهيكل، لكنها مغررة بدعم لمزيد من القوة ونشت عظام الجناحين صلبة عظيمة متضخمة تنمو من عظم الفخذ تدعى انحرؤخر

التركيب الداخلي للطيور طيور عديدة الأسنان فلا تمضغ طعامها وتستعص من ذلك بقلع الغذاء الصلب في خجرو حاضو تدعى عاصه ورب الطائر كثر تعصدا وعصاة من رتب سكوب والرواحف بعد الشهير، بسري بهواء التي محروب حاضو تدعى لأكس نهوثة، ومن نة ينقل إلى ثنتين. ومنهما إلى مزيد من لأكس نهوثة، قل رقره إلى الخارج



ريشك مغارله من ديت احشش البري (مبجرس جلوبافو) كل ريشة لها عصبان مرستان واسلات قصيرة

الكساء الريشي يتألف من ريش من الريش، المادة نفسها التي يتألف منها شعرنا وأظفارنا فالعرق، الذي يستند قصه على طول الريشة، يحول آلاف الفروع الجاسية، المتشعبة أسلات ولهذه فروع أصغر تدعى أسلات تشبك مع بعضها صفيح لتؤلف صفيحة التصلب وقد يحوي كساء الطائر الريشي فوق الـ ١٠٠٠٠ ريشة مختلفة الأشكال والأنواع

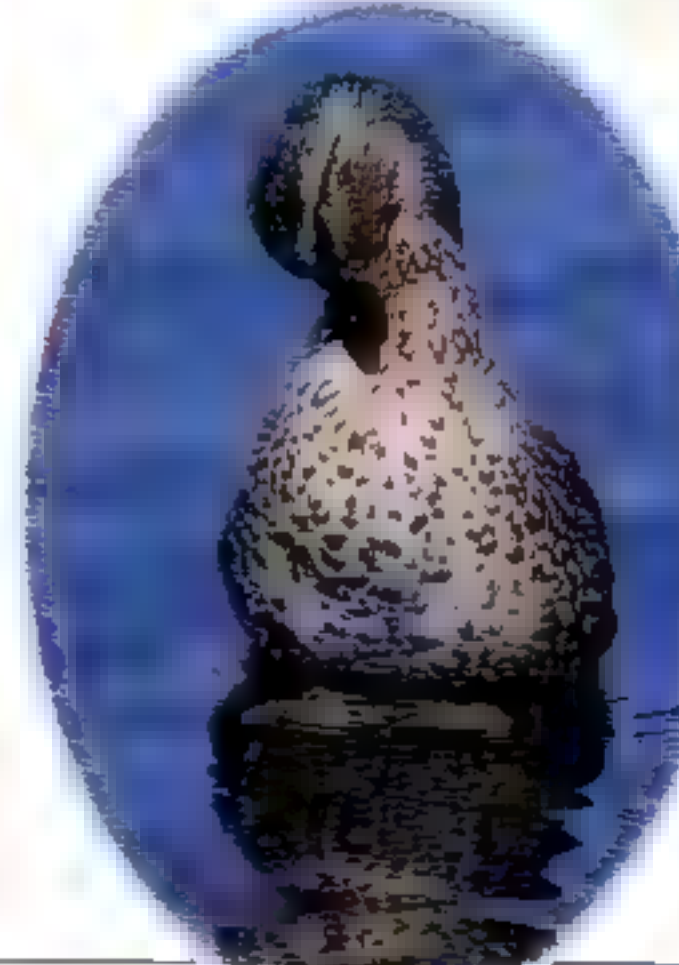


طيور لا جناحية الكيوي (بيريكس أستراليس) في نيوزيلند هو واحد من عدة طيور معدت فذريها عني الطيران. فجناحاه ضيلان أثريان وريشه شعري. وبجلافا لما هو الشائع في الطيور، فيلكيوي حاشة شة حادة يشحدها في يمين عذمه لئلا



## العناية بالكساء الريشي

كساء الريشي بحاجة إلى عناية مستمرة يبقى في حالة جيدة ونشده الطيور صابدها كالمشط في نمس الأسلاب والأسلات وصنمها متاء، وابتد لارة نفس وظلمت الأخرى معظم طيور نقر كساء الريش، ويستند به حرم مرة ومرش في نشة هذه لحظة تقف كساء الريش يرتب خاصر يجعله صامدا للماء



الريش الرعبي يغزل الجسم حراريا فاسلات عيه مشاك معا بل ينشئ لمكون طبقة متعشدة تحتس الهواء

ريش الجسم تكسسه اسبانية عقادة الريشة طرقة ومتعشدة، لكن سطح طرجه العلوي أكثر انساطا



ذكر الشرسور الزهري الألوان  
لا يُشرب في حفص اسنخ  
والأ كانت الوانه تُبشر  
لصواري اكشافه الغش

تخصن أنش الشرسور ميوضها تحت  
رميها للعارل وخسدها الدية - علقا  
ان بعض ريش الصدر يتساقط  
في زعفه الحفص

شرشور جود  
(كلونيا جولدي)  
دو منقار  
شهابي لآكل  
الثور وهو قصير  
منين يستطيع كسر  
الثور والتقاط ما  
عنها

منقار اسنخ  
(ميكويترس زوبر)  
يعمل كالمصفاة  
فيتحرك جرؤه  
الشمل شعوزا  
وفسوطا صخا  
الماء عن الشرة  
القلوي، حيث  
يُحسّن الطعام فوق  
حافة من اشعوب

خبرة الغش

## عش بيض

شأ فرخ الطائر داخل لبيعه، حارج جنب  
الأم، تقيه قشرة صلبة تمنع شروب الماء لكتها  
تسمح بدخول الأكسجين. الطور الصغيرة كهذا الشرسور (فريحتا  
كوشن) يصع عنه شوب في الغش، و يراخ لا تتشأ ما تم برخم لأنش  
على اشوب تدهنها بحفص

يشتهر الحناك الإفريقي (من نوع بئوسيس) بمهارته  
في حثك الأعشاش، يحول الذكر الغش من أصول الغش منقاره  
ورخله وبعد الانتهاء، يتقن به فرغها حاصبه لاحتداد الغش



اسنخ

أسنخ  
المنقار

## الأعشاش

جميع الصور بنصه، لكن  
ما تلتها سي عدا بعض بطور الحرة صغ نوصها مباشرة  
على حواف الخروف لصحية وكذا من انصم (أرجع لعش صغ  
يوضها في حرة بسيطة تُغطها بانيش والغش سي عدا  
معدنه بنجدة او عا عده من الحرة كالأور في سائه وبعد  
الغش واشغور منع العكوب وتعدب الغش ولا يحدج الغش الى  
نعم با غته وحريرة كسمة يدك

سمامة النخل الإفريقي

(سبنسيوروس يارفوس) تغزي بعض  
الزئش الرعني فوق ورقة محبل ثم تغزي  
نوصها فوق حرة الزئش تلك، فتغزي  
تتصيف حتى شاء العواصف

## هجرة الطيور

تغني الطور عدة موسمي النصف والشاء في مكاتب  
مختلفة فالكثير من أنواع الإوز  
سراخ في أقصى الشمال  
حتن لطعم وفير حلال  
النصف القصير ثم تطير  
حويًا عدا ينزد الغش  
مع قتراب الشاء هذه  
الرحلات لطويلة تدعى هجرات الطور

## الوفواق

أنش الوفاق (كيتوكوس كانورس) لا شي  
غشا، بل صغ بيعة مكان إحدى الشوب في  
غش طير آخر في عدا خاصة وعدم  
يقش الوفاق الصغير يندرج الشوب  
الأخرى حارج الغش ويستعمل به ونواط  
الوالدن الرنوي على طعام فرخ الوفاق،  
الذي يوقهها حجم، كانه فرخها

## لمزيد من المعلومات انظر

- الخبرة النوية ص ٣٤٩
- البية الدية (في الأحياء) ص ٣٥٠
- الهياكل الذيمة ص ٣٥٢
- الحركة ص ٣٥٦، المذغ ص ٣٦١
- التناسل الجنسي ص ٣٦٧
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢



# اللبونات

إذا ما سألت رفيقاً أن يُسمّي حيواناً ما، فالأرجح أنه سيُسمّي حيواناً من اللبونات (الثدييات)، وهي الطائفة التي ينتمي إليها البشر كما معظم الحيوانات الكبيرة المألوفة في حياتنا اليومية. لكن ليست كل اللبونات كبيرة فهي تتراوح حجمًا من الرّبابية والخفافيش حتّى الفيلة والحيتان الضخمة. تشترك اللبونات في ثلاث ميزات رئيسية - فهي داخلة الإحراق (دافئة الدّم وثابتة درجة الحرارة)، وذات كساء من الفرو أو الشعر، وترضع صغارها لبنًا تُفرّره الغدّة الثديية لدى الأم. واللبن عذاء كامل لبصار اللبونات يُقيتها حتّى تقوى على إيجاد طعامها بنفسها. واللبونات أكثر الفقاريات انتشارًا على اليابسة حيث يُوجد منها حوالي ٤٠٠٠ نوع.



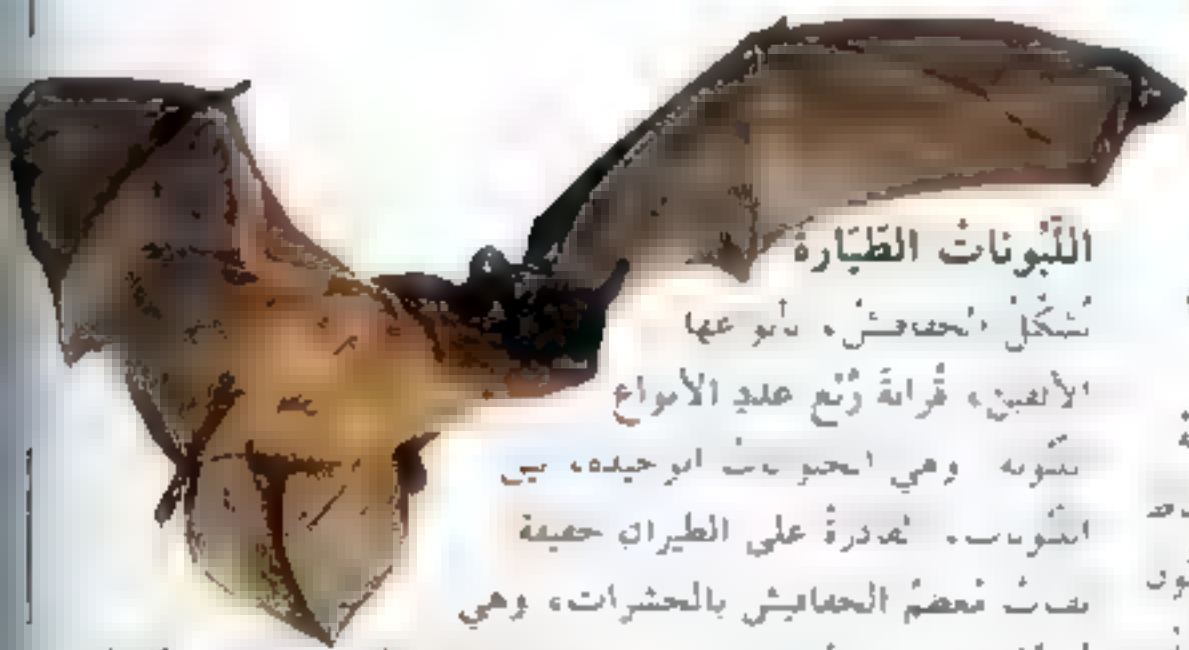
حشمة حمراء  
الزرد مغطى  
بالشعر

يرضع الفؤ لها من  
ضروع الأم

حمام الزرد اشباح  
(مؤوس مورسلي)

## اللبونات السّخّدية (المشيّمة)

حمام الزرد، كسائر حيوانات المشيّمه، هو لبون مشيّم. فالقنّو يمو داخل رحم الأم حتّى يسمّد عذاه منها عنر سُخّدي، وهو سيخّ، مصحّي ينقل العذاه من دم الأم إلى دم الحسّ وتغلّو الولد، بخلاف الوليد البشري، فوي لا ينثّ أب يقف على قوائمته ويضع منه



## اللبونات الطّيارة

شكّل الخفافيش، بأنواعها

الألصق، قرابة رُبع على الأنواع

يتكوّن وهي الحيوانات الوحيدة، بين

اللبونات، المقدرة على الطيران حقيقة

بصفتها بعض الخفافيش بالحشرات، وهي

تُحدّد مواقعها بدقّة في ليل، بواسطة صدى لصدات صوتية تُعي

شئها كالمدرّات، أمّا أنواع الخفافيش الأكبر فتتغذى بالثمار

الأرض من الحيوانات العاشقة  
أسنان الأمامية قاصعة  
والخلفية طاحنة.



سنان لواطح فطحة  
حادّة تُفَرّق اللحم وتُقطّعه

الكث من اللواطح  
أسنان الطويلة  
الحادة تقضم  
العريضة



## الأسنان والغذاء

أسنان اللبونات مُتوّعة الأشكال كتوّع الأدوات في صندوق غدة. وتتميّز اللبونات المُختلفة بقدرة على شرب سُمّات مختلفة من الطعام، وأسنانها مُكيفة لذلك. وتُعدّ غذائها، فاللواطح (أكلات اللحم) ذات أسنان دسّية مرمّمة، والعاشبات (أكلات النبات) ذات أسنان قاصعة وطاحنة. أمّا القوارض، فهي تُغتدي بمختلف أنواع الطعام، وأسنانها مُتوّعة دسّية وقاطعة ومرمّمة. وحاجنة، بعض اللبونات، كالثّملات (أكلات الثمر) وحسّان المشيّمه، هي تُغتدي باستعماء غولق الكريل من القشريات البحرية (كالفريديس وبراعيث البحر وسواها)، عديمة الأسنان.



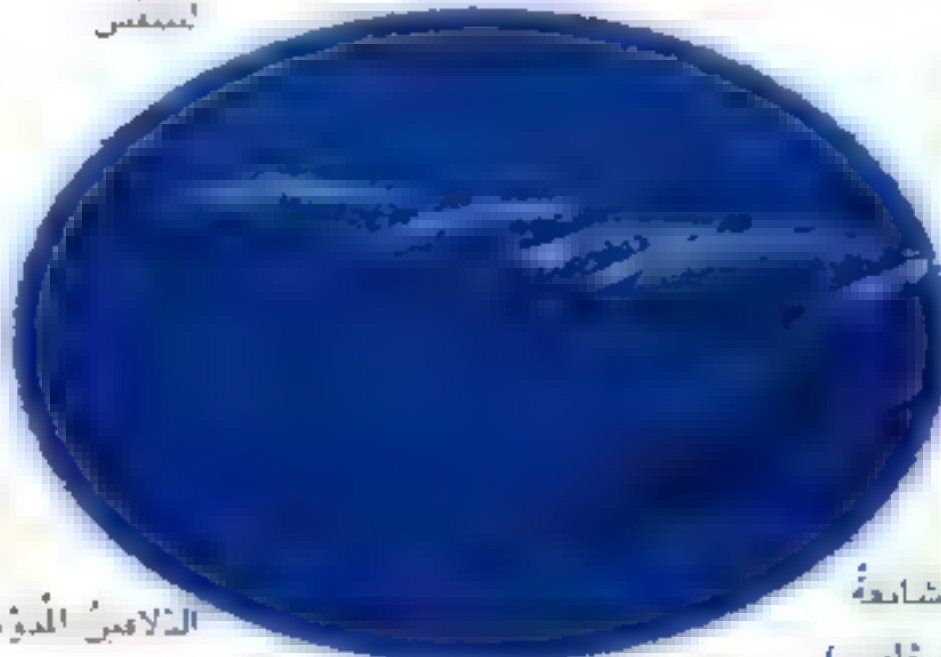
## لبون مدرّع

أمّ قرقه سحدي (مانيس بركيس)، من أرقبه لاسنات، يخضع حر سلف ضئله ورقة لشكّل بعض معظم الجسم يمتدّي أمّ قرقه بالتّقل والأرض تتغطى بلباسه الطويل، وهو، كأكلات الثمل الآخرين من أستراليا وأمريكا الحويّة، غديهم الأساس



## اللبونات المائية

الدلافين لبونات من ربّ الحيوانات المائية. حديد كلّها في البحر وحلال مساره انتظوريّ تتحدّد الدلافين شكلًا سداسيًا كسُمّك، لكنّها، كدفي اللبونات، تُرضع صغارها لبنًا وسفن هو، حيوان



الدلافين المذوّنة  
(سيتلا لوبچروسيس)

الرّبابية لشجيرة الشائعة  
موبنا جلّيس)

## الرّباب الشجرية

الرّباب (ح) ربابية شجرية، من حيوي دسّ في أسنّه، تعلّق أسنّه بالحيوانات، الأولى التي يهورث من سلاسل رباط وهي لبنة السد ذات عيش وسعت وحامه شدة قوة ويعتد التبووحيون أن حيوانات مُعانة بربّيات شارك التبووحيون الأولى العيش على لأرض منذ أكثر من ٢٠٠ مليون سنة





## الثبونات الجرايية

تولد صغار الجراييات غير مكتملة النمو؛ فزحف الوليد يصل الحنم مباشرة إلى جراب الأم حيث يتعلق بجلد الحلمات فيه فيعندى وينمو والجرابات في الصغار كبس فسيح، أما في بعض الجراييات الأخرى، كالكول، فقد لا يربط على سدى بسطة هذالك حوالي ٢٦٠ يوم من الجراييات؛ ومع أنها تربط في ادهان الكثير من أسرىها، فاعند منها بسوطن مريكا لحيوية

العز أو الشفر محمي الحلد من الشفس والأدى، كما منط مرط الحنم ويحفظ حرارته

مستعدي أنى القنر موالى انتاج اضغار كما في حة اساج صدمع فسمما يكون واحد دجل لزحم، يكون احز في الجراب، وثالك حوالها ثقاتر الاعتماد على نفسه

## وحيدات المسلك

خلد الماء أو منار لظ (اورينورتكس باتوس) حيوان يجمع العرايب فهو لئون نوص، مكقف الأصابع ودو منار كالطور وعندما تفقس صغارها، تغدى بنفس الس من عدى تدييه، على نفس الأم، لا حلمات لها



موعار احراز من الثبونات مغط بياضة - هما ثنفدا الثفل (ملا القنر السوكن). ولهما ثولقان مع بثقار البط وثه صعدة من اسنوبات تدعى وحيدات شيب

الطرفان الاماميان قصيران يستخدما القنر في الحفر والهدمة والذراع عن النفس

بقنر صفر القنر إلى داخل الجراب ارج حين ياحلوه حيث يطوى على نفسه صاماً اصرافه بانحاء رسة

## الكوالا

كوالا (أكسولا كيرس سديوس) حيوان جري في شراي تكيف لنفس في شجرة. وعده ساف بصورة رسته من وفي لأوكس س عصى صغار الكوالا سديا لأوى في جراب الأم، وعده يكرى ماء، يخرج من الجراب ويستقر بغير الأم. وكوالا سب وسه شري باله عم بها شينها فديته حيدات ثوبة مسكة لا حرة



صافز حولة حادة احزف الزمال



## لئون ديماسي

هذا هو كير من جرات شكا لا و ساف حدة ثائل شديها من ثكوات حنمة فكل الطوس الجراي (بوريكس بقبوس) سة حذا باقبوس الحمي، من حث بلادة حسة وقوة فو ثه الحفارة وهو يص مله بعدى سافرات الكيرة والندان

## الكوال

كوالا حميل ارفط (ديورس ففوسوس) هو جري في لأسا التي انديا المهر وهو حيوان سار سبي لسط، تغدى بالحيوانات الصغيرة كالحشرات والجرات الأصغر، يكرى ساد ماهر كطيرة الحمي فمذ دجان يجر لاهي اى أسراب - حث اعداد كوال، تد يحقق عدى كثير من الجراييات الأخرى بقا سعة لشافه الثبونات المسكة في



## أبوسوم فرجينية

تعد حق أبوسوم فرجه (ديفس فرجينا) حيوانا ددر في ذب جراته هذه النوع الجراي الشجري، من امريكا الشمالية، قد وضع مدى تشابهه شدا بالظرد حتى كذا وقد تسمى به ذلك سكة يعيش بين اشتر فهو يحوت بحدس ويعتني سفوف وسحت عن الصعام بين تفصالات الحثية

### لمزيد من المعلومات انظر

- لأسان وانكار ص ٣٤٤
- النفس ص ٣٤٧
- اشورة لدموية ص ٣٤٩
- نسبة لسطه (هي الاحياء) ص ٣٥٠
- لهي الذاعه ص ٣٥٢
- التسلل الحثي ص ٣٦٧
- حديو ومعلومات ص ٤٢٠، ٤٢٢



## الرئيسيات

نحن البشر ننتهي إلى رتبة من اللبونات تدعى الرئيسيات، وهي كما يُشير اسمها أعلى الكائنات الحية. تُقسم الرئيسيات إلى فئتين هما:

أشباه الإنسان (البشر والقردة والسعادين) والبروسيميات (وتشمل الياقير وطُفول الأدغال والآيات). وينتمي جميع البشر إلى رتبة من الرئيسيات

ليس فيها سوى جنس الإنسان. والإنسان يعيش على الأرض ويمشي على رجليه، فيما معظم الرئيسيات الأخرى شجرية العيش وتستخدم أرجلها

الأربع. العبدان في الرئيسيات أمامية التوجه مما يُساعد في تقدير المسافات، والأصابع والأماحس قليلة للتشي فيمكنها قضم الأعصاب والتمسك بها. وتتميز

رتبة أشباه الإنسان بأذنية كبيرة ومستوى عالٍ من الذكاء.

## السقلاة (الأورانغوتان)

يعيش الرئيسات في معظمها في المناطق

المعتدلة وذوون مدارية، ويسكن حوالي ١٨٠

نوعاً شامي الأور بومب (يوجوسلافيا) إلى

فصله عبرة التي تضم أيبانغورنيا والهند

(الهندية) ويسكن الأور بومب غابات معتدلة

في جنوب آسيا في آسيا، وهو، كالعديد من الرئيسات

فهذه بالانفراض، لأن موطنه الجبلية بحري أرضها

الأنجر بأحاديها، أو لأحاديها، مرج وارصي ررعة

سماوية مع خنثية القرد،

خنثية الإنسان ذكراً فقط

دماعية كذا جذ وعاء

قصيرة وسن صغيرة

## أصل الجنس البشري

إن شكل خنثية الإنسان البالغ الأهمية في تتبع مسار تطور النوع البشري، لأنه يمكن من خلاله معرفة ما إذا كان

درسات الخنثية هي أن الإنسان قد تطور من سلاف من صيد

كما بين الأحفيرة أن هذه السلاف من سلاف الإنسان كان من جهة من

بين مبيون وحسنه ملابس منه، ومن بين منها حالة لا مع

## الآباء

الآباء (دوسوب "المعشيري") المهدد بالانقراض من الرئيسات

هذا (بروسيميات) حور شجري يعيش على شاطئ، معدي

سرعيات الحشرات ووقى الشجر بدأ الآباء لأمرهم، فهم

أصبح نالقة طويلة إضافية، يُستخدمها في التقاط اليرقات من

فلوع إلقاء لشجر

اشفانثري (يان تروغلوبينس) يستخدم أداة

لأستخراج الحشرات من

لحاء الشجر



## البعام (الشيمبانزي)

يستخدم الإنسان أدوات عدة للمهام المهمة فمعه،

وهكذا، يفعل بعض الرئيسات لأخرى صناعة

مثلاً، يستخدم عددٌ حادٌ ونصل الأعشاب

لتصيد عن الطعام، كما يهزئ خذوخ (سبون)

أحياناً لحيوانات الصغيرة بالحجارة، ويستخدم

العديد من الحيوانات الأخرى أدوات لتكديس فعمل

ذلك بغيره أصلاً، ويستطيع الرئيسات تعلم كيفية

صنع أدوات بذ ذك بعضها بعضاً بناءً على

## لويس وماري ليكي

استهم عمل عائلة ليكي في تتبع حلقات مسار النوع البشري

وتطوره فقد اكتشف لويس ليكي (١٩٠٣-١٩٧٢) في

شرق إفريقيا أحفيرة باسنة، وأرجى أن سلاف الإنسان

كان في تلك المنطقة من روجته ماري (١٩١٣- ) فقد

اكتشف عدة حافير لأسلاف بشرية

وناب، فصار يرجع تاريخها

إلى قرابة ٣ ملايين سنة

كما اكتشف أنهما

ربما د ليكي (المؤود

عام ١٩٤٤) العديد من

الأحافير المهمة أيضاً



سراحد  
طولسار حذا

اضافو بدل المحال

يقص السقلاة (الأورانغوتان)

الأعصار بسنة ورخلله ويستطيع

سبي على رجليه كنه عالدا

يستخدم أطرافه الأربعة

الحسن  
تغطي  
بالشعر

السقلاة

(الأورانغوتان)

وسائر القردة

الأخرى عديمة

الدليل

## سيادة البشر

ساز كز الرئيسات عدد يقدر كـ ١٠ في

٣٠٠ سنة لاحده ذو عدد سكان ١٠٠٠ من

حري ١٠٠٠ مليون إلى قرابة ٦٠٠٠ مليون

سنة، ومن سن في تاريخ العالم ن ك، لأن

من أنواع الكائنات مثل هذا التأثير سبني

لواسع العدى على الكائنات كنه لأحرى

أوليد من المعلومات انظر،

تطور (النوع البشري العضوي)

ص ٣٠٨

البشر ص ٣٣٤

مياكل الأعمه ص ٣٥٢

شتر وكوكهم ص ٣٧٤

حديق ومجموعة ص ٤٢٢



# الكائنات الحيّة - كيف تعمل

لماذا النبات أخضر؟ وما وظيفة الدم؟ وهل جلدك ميت أم حي؟ أحيوة هذه الأسئلة في كثير من الحالات تتعلق بتركيب المادة الحيّة. فالكائنات الحيّة تحوي أجزاء متباينة، لكنها متوافقة ومتراصة بشكل رائع للعمل معاً. بعض هذه الأجزاء، في النبات والحيوان، كبير يرى بالعين المجردة، وبعضها صغير بالغ الدقة، فلا يرى إلا بالمجهر. إن أصغر الأجزاء، في سائر الكائنات الحيّة، هو معقد جداً. وبالتعرّف الدقيق إلى كيفية عمل الأجزاء الصغيرة هذه يتوصل العلماء إلى تفهم طرائق عمل المتعضيات الكاملة.

كل ضرب من الكائنات الحيّة مكفّف للسنة التي يعيش فيها فالشجر (الجنون) الشحريّ العنّش له درعان طويّتان يتركّض بهما محفّياً وشرعية بين أعال الشجر وتساعدُه عيناه الأماميتا التوّجه في تحديد الأبعاد بدقة جلال ترلّحه من عضب لآخر

## المتعضيات وبينتها

جميع كائنات الحيّة، والمتعضيات، تسمى بـ استوائ مع ستها فهي تعدي من المحيط الذي يعيش فيه، وتستخدم هذا الغذاء في أغراض عديدة تشمل إنتاج الطاقة للحركة، وإعطاء الأساس لشؤونها وشؤون من حولها. وتوزع كائنات الحيّة توزيعاً محسباً لتتواجد على عدتها. فالشجر لا ينحدر في سواحل ولا في الجبال، والشجر في عبي الشجر، وحياته في التخصيب. فأيضاً هي تفسر هذا الطعام كيميائياً فتحرر محتواه من المغذيات والطاقة.

## الأعضاء

يحتوي جسم شجر (الجنون) مجموعة من الأعضاء تشمل الدماغ والقلب والرئتين والكبد وسواها. وتقوم بركة ذات وظائف متعدّدة في نطاق الجسم على الحياء وتكامل عضو شجر، فمثلاً، وسأف من مجموعته متوزع من خلايا الجسم.

## الخلايا

الخلايا أصغر أجزاء الكائن الحي، وهي حبة كاملة حيوة وخلايا الفص ممتدة في مجموعته تدعى نسخة وتكون مسحة يحوي صرته وحذ من خلايا وتؤدي مدى محدداً من الوظائف.

## راموز الجينات

كل حلة مرمية لها مركز محكم هو التواء ويؤخذ داخل التواء خروث طوية من الحامض النووي الرنزي بقصور الأكسجين الذي تشر إليه عات - دون - أ - ب - أ - خوي - د - من تولد فردوج الحيط تربط طافه "خو" كدوية تولف تسلسلها الدقيق راموز حات الحية وهذا راموز أشة موضع لصحة وكيفية ما تقوم به الحية

## ماكينّة الجسم

جسم الحيوان أشبه بمقدنية ضخمة تتألف من أجزاء متصلة. أصغر هذه الأجزاء تدعى الخلايا، وهناك ضروب عديدة منها في الكائنات الحيّة، تؤمّن متحمّة جميع الخدمات التي يحتاجها الجسم، من موارد الطاقة والاتصالات إلى التخلص من الفضلات. والحيوان الواحد (كما سنرى) قد يحوي ملايين الخلايا متسقة بطريقة دقيقة الدقة. وكل ما تقوم به في حية تحكمه مبرمتها.

## أندرياس فيزاليوس

وضع فيزاليوس (١٥١٤-١٥٦٤) أساسيات علم تشريح الحديث علم ودراسة نية الكائنات الحيّة وهو طست سحيكي حقق أهم إنجازاته في إيطاليا. فقد عُيّن في سن الثالثة والعشرين أستاذاً لعلم التشريح. وفي العام ١٥٤٣، نشر كتابه «سنة الجسم البشري» الذي سمي بدقة الملاحظة، وحصل ترشوم لإبصاحته فكان أول كتاب يُنشر تفاصيل الجسم البشري بطريقة دقيقة.



الكبد إحدى أكبر أعضاء الشجر فهي تعالج الغذاء المهضوم وتقوم بعدة تفاعلات كيميائية وتنتج مواد تستخدم في إنتاج الطاقة.

الخلايا الكبدية هي أحد أنواع الخلايا في الكبد، وهي مسطحة مسطحة وتفرز سائلاً يدعى الصفراء (المزّة) يساعد في عملية الهضم.

تولّد الخلايا الكبدية أحد أنواع الأسجة في الكبد، وفي الكبد خلايا من أنواع أخرى تكون مبروتاً أخرى من الأسجة، كالأوعية الدموية.

طاقة در أ المتواجد في موة الحلية



# الخلايا

كُلُّ كائن حي يتألف من خلايا، وكلُّ خلية منها تشبه مَعْمَلًا بالغ الصغر، تجري فيه آلاف التفاعلات الكيميائية بتحكم فائق الدقة والعناية. وتستخدم الخلايا هذه التفاعلات لأداء كافة المهام الضرورية للحياة. وتتكاثر الخلايا بالانقسام الثنائي (الشطري) مرارًا وتكرارًا. بعض الكائنات الحية، كالمُتموّرة (الأميبا) أحادي الخلية، وبعضها الآخر، كالإنسان، يتألف من ملايين الخلايا العاملة بتكامل معًا. والخلايا التي تؤلف الأنسجة المختلفة في مُنَعَص مُتباينة نوعًا. وتختلف الخلايا النباتية عن الخلايا الحيوانية، أساسًا، بجدرانها الجائسة وقدرتها على تخليق غذائها.

**العشاء البلازمي (عشاء الخلية)**  
يحيط بالعشاء عشاء بلازمي متساوي يتحكم بحركة المواد (الكيمويات) من الخلية وإليها. فهو عشاء بضع مُنَعِد «بتخزين» الكيمويات التي يمكنها المرور عبره من جانب لآخر.

البروتينات الحاشية في عشاء الخلية تنقل المواد المُعدّة من الخلية وإليها.

يتألف العشاء البلازمي من طبقة مزدوجة الجزيئات.

**العشاء البلازمي (عشاء الخلية)**  
الزبداسات غشائية ربيّة تُحلّق البروتينات. وتكون إما طافية في هيولى الخلية أو مُنصّفة بالشبكة الهيولى الباطنة.

الشبكة الهيولى اساطنة الحشّة

قبول الخلية (السيتولارم) سائل غلامي يحوي العصيات. وغالبًا ما يدور داخل الخلية

المتفردة غصني يؤنّد الطاقة للخلية بتفاعلات الشفّس الخلوي. وتوفّر طيناتها الداخلية مساحة كبيرة لحدوث تلك التفاعلات

خلية حيوانية مُعدّجة

العجوات الخويصيّة هي جيوب تحري في الخلية، لتحريّن الدهون مثلاً.

د ن ا في الدواة يبقى في داخلها، لكنّ التعليمات التي يحملها تُنسخ وتُنقل إلى مُحتلب احراء الخلية.

الشبكة الهيولى الباطنة الباعثة تُحلّق الدهون

## الخلايا الحيوانية

الحيّة الحيوانية أشبه بكيسة دقيقة رُخصّة يملؤها مائع. يضمّ الخية ويدعّمها عشاء مرن رقيق يدعى العشاء البلازمي. وهو عشاء بضع مُنَعِد يسمح بمرور بعض الكيمويات عبره دون سواه. ويتوسط الخية دواة تُحكم كُلاً ما يجري داخل الخية. والدواة مُحاطة بسائل غلامي يدعى السيتولارم (أو هيولى الخلية) يحوي حسيمات تدعى عُصيات، لكلّ ضرب منها وظيفته في أنشطة الخية.

## الشبكة الهيولى الباطنة

شبكة الهيولى الباطنة هي نُظْم القمل في الخلية، وتتألف من منظومة من الأغشية

المُعدّجة تحري فوقها التفاعلات الكيميائية والأغشية مُطوّاة ومُرَتَصَة بعضها فوق بعض كطبقات الشطيرة؛ وهي تُعمل بالعشاء النووي وبالعشاء البلازمي (عشاء الخلية)



زبداسات على سطوح الشبكة الهيولى الباطنة الحشّة

سائيت شمكية العين يبلغ طولها ٤٠ ميكرومترًا بالمقارنة مع بقصة النفاثة التي يبلغ طولها ٢٥٠٠٠٠ ميكرومتر



هذه الصورة المُهرِث الإلكترونية، المُضطّعة اللون، لبسائيت شمكية العين تُظهر أربع خلايا. أما الحليتان الكرويتان فهما خليتان عُصبيّتان.

المنسّام في العشاء عوّل الدواة (العشاء النووي) تشتمل لنسج راغور الد ن ا بالامّيقال إلى خارج الدواة.

## الدواة

دواة هي مركز التحكم في الخية، وتحوي تعليمات كيميائية في جزيئات د ن ا (الحامض النووي اربيني المُفَوّص الأكسجين) لكافة ما تقوم به الخلية. ويشتر د ن ا عادةً في الدواة كآليات طويلة وتحوي بوى مُعظم الخلايا نويّة واحدة على الأقل؛ وهي جنم كروي صغير يُحلّق عُصيات تدعى الزيماسات (أو الأجسام الزيمية)



## أحجام الخلايا

مُعظم الخلايا الحيوانية براوخ قُطرها بين ١٠ و ٢٠ ميكرومترًا (١/١٠٠ إلى ١/٢٠ من المليمتر)، بينما الخلايا النباتية أكبر قليلًا لكنّ الخلايا تتفاوت أحجامها تفاوتًا عظيمًا؛ فأضغر الخلايا التي تعيش حرةً هي بكتيريا تدعى المقطورات، ويبلغ قُطر الخلية منها حوالي ٠.١ ميكرومتر. أما البُوض فهي خلايا عملاقة، أكبرها بيضة النفاثة التي قد يبلغ طولها ٢٥ سم، وهي أكبر ما يُعرّف من خلايا.



بعض النعام قد يبلغ وزنها ١.٥ كغم

## الخلايا

١٥٩٠ صنع بطارات طين هولندي. زحاريس جانيس بحسّ المجهري اشرك (مجهري فيه أكثر من مقدسة واحدة) فيجعل الأجسام اشعريّة اندقية مرتبة لمرّة الأولى.

١٦٦٥ العالم لانكيري روبرت هوك (١٦٣٥-١٧٠٣) يفحص شرائح رقيقة غير مشهورة فيرى أشكالاً صدوقية الشكل يدعوه «خلايا».

١٨٣٨ طين المينيان ثودور شفا (١٨١٠-١٨٨٢) وحاكوب مائيس شليند (١٨٠٤-١٨٨١) يريان أن جميع الكائنات الحية تتألف من خلايا

١٩٣٧ النبولوجي الفرنسي، إدور شاتون، يلاحظ أن بعض المُتعضيات المجهريّة (لدائيات الدواة) ذات خلايا مُختلفة تمامًا عن خلايا جميع الكائنات الحية الأخرى.

خلية عُصبيّة



## الخلايا النباتية

تختلف الحليّة السيئة عن الحبة الحيويّة، أساساً، بأمرتين مهمّتين فهي مُحاطة، بالإضافة إلى الغشاء  
الزلامي، بخدّار حاسيٍّ من السّنبؤور، كما تحوي عُصَبَات تُدعى خِيَلَات لِتُحَصِّر نَكْسَتَ لَوْنِهَا  
لأَحْصَر وتُخَسِّس هذه الخيَلات صدقة ضوء الشَّمْس لِتُسَخِّدَها الحليّة في عملة التحليق  
نصونق مُعْطَمٌ خِلايَ السَات تحوي أَيْضاً فُحَوَاتٍ حَوِيصَةً

كسيرة تحترق الشمع الحلواني الذي يصعق على  
جدران الحلية فتبقى مكسرة مُحاطة على شكلها  
والسبات يذبل بغير الماء وتور ضغيط  
لشمع (ضغيط الاكتياز) على جدران  
الحلأيا .

الغشاء البلازمي يقع بين الجدار  
السيلولوزي والسيتوبلازم في الخلية.

جُيِّلَاتُ الْيَحْضُورِ مُنْتَزِعَةٌ فِي السَّيْقُوتِ لِأَزَمٍ.  
وَهِيَ نَكْسَبُ لَوْنَهَا مِنْ حُضْبٍ أَخْضَرٍ فِيهَا  
يُدْعَى الْيَحْضُورُ (الْكُلُورُ وَغَيْرُهُ). أَمَّا خَلَايَا الْحُدُورِ  
وَبَوَاقِ الْجَدْعِ وَالسُّوقِ فَلَا تَحْوِي جُيِّلَاتِ الْيَحْضُورِ.

عجوة مليحة بالسمن الحلوي

## بُنِيَ جِدَارُ الْخَلِيَّةِ

تَأْتِي جُدْرَانُ لِحَايِ السَّائِيَةِ مِنْ  
مَدْفُوعٍ مَسِيحٍ تُدْعَى السَّيْلُولُورُ فَتَصْعُقُ  
سَحَابَةٌ أَيْدِيًا دَقِيقَةً مِنْ هَذِهِ السَّائِيَةِ،  
رَبِيعَةً لِهَا فِي طَبَقَاتٍ مُتَصَالِيَةٍ خَارِجِ  
الْمَعْنَى التَّارِيخِيَّةِ، يُتَوَلَّى عِلَاقًا  
ضَدُّوهُ حَاصِلٌ حَوْلَهَا وَشِدَّةُ هَذِهِ  
لِلْجُدْرَانِ نَحْوِيَّةٌ سَيْلُولُورِيَّةٌ  
نَحْوِيَّةٌ، كَمَا مَعْصُومٌ لِسَانَاتٍ تَطْوُحُ  
إِلَى كُنْهٍ رُخْوَةٍ حَصْرَاءَ

اسٹیٹونلارم (ہیولی الجیٹ)

صورة مخبرية صوتية  
للبيكترية ثلثية في اللبن  
الرائب وهي شماعة  
بصوء احمر  
ومكبرة ٤٠ مرة

شبكة انهيرو  
الذميلة

## جدار الحلبه

تعمیراتی

## تفحص الخلايا

مفعلة احلال اصغر حذا من ان يرقى بالغى المحرمة. هذا  
يستخدم البيوجيرون المجاهر يعطىها فاستخير نصوني  
يمكن تكبير الأشياء بوضوح إلى حوالي ٢٠٠٠ مرة. ونستخدم  
أصغ، أو إنارة خاصة، لإبراز أجزاء الحبة  
المحسنة. إذا لمجهز الإلكتروني فيمكنه تكبير  
الأشياء أكثر من مليون مرة، لكنه لا يستخدم  
عادة في مختبر علم حبة هذا. وهذا يبدو الصورة  
في مختبر المنع (الفرنس) الإلكتروني محسنة  
ثلاثة لأعداد مرتين

صورة مذهبة باسم الكتروني  
(القرسي) للبريتا المنسنة مكررة  
١٠٠ مرة، المجهز الإلكتروني  
تنتج صوراً بالأسود والأبيض،  
الصورة هنا، فقد لونت احصاعاً  
بالحاسوب.

مُكْتَبَر (خُرَنَوَه) مَمُودَجِي

خريء و ا ظليق  
 في شيلو تحت  
 عشاء يلازمي  
 (جشمة الحبيبة)

هَبُولَى لِحَلَّة (السِّيُونَالَارم)

حداد حلوئي نحرير خارج  
العشاء الغلامى

روابط سوخته تحرک الکتریة

## الخلايا البدائية

خلايا نكثريا و متعصبين  
 الطغرية الأخرى لا تحوي ثوى ولا فتحات،  
 وتدعى هداليت الثوى. أما باقي الخلايا  
 الأخرى، كخلايا البات والحيوان، فتحوي  
 ثوى، وتدعى سوياب أو حصيات ثوى، وهي  
 أكثر شُوعاً

لزيادة من المعلومات انظر

علماء كيف ومدا عمود ص ١٤  
 الإحصاء ص ٢٠٤  
 تمصبت الوحده الحله ص ٣١٤  
 الحرايم (الكثيرا) ص ٣١٢  
 التخييل القرني ص ٣٤٠  
 النشر حيوي ص ٣٤٦

صورة مجهرية صوبية  
لألمف عصبية مكررة  
١٤٠ مرة يمكن مشاهدة  
النوى المتعددة وكذلك  
بعض النخبط المعبر  
للغضلات التي تشد العظام

صورة مجهرية إلكترونية ملونة  
اصطناعياً للبقعة عصلية مُقَرَّبَةً،  
مُكَبَّرَةٌ ١٩٤ مرَّةً تَتَأَلَّفُ البقعة  
من أليافٍ مُوَارِبَةٍ عَمْدَةٍ، يَطْلُعُ  
قَطْرُ البقعة منها  $\frac{1}{2}$  من المليمتر

صورة مجهرية إلكترونية  
لحلاب كبدية مكبرة ٩  
مرّة وظلوة اصطباعاً  
درحةً السكر في المجهر  
الإلكتروني فمكش أن تكون  
قليلة أو كثيرة جداً

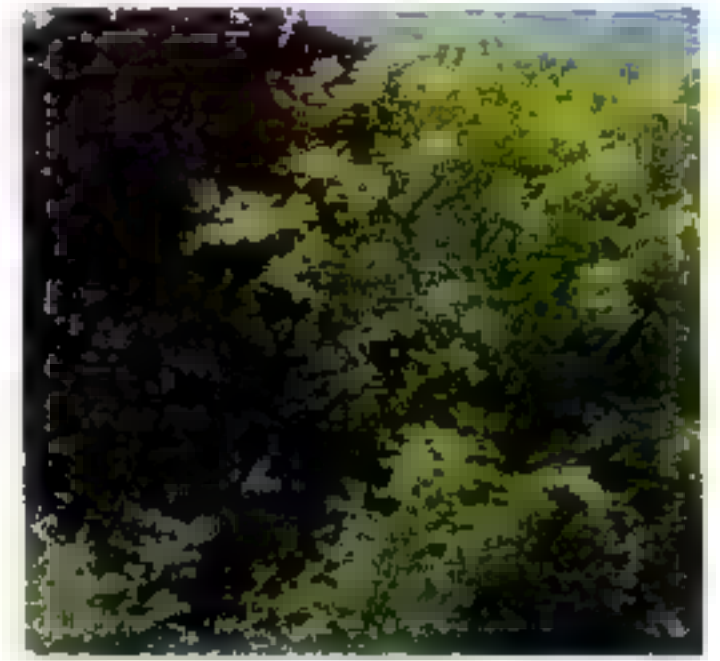
أشكالٌ مختلفةٌ لوظائفٍ مختلفةٍ

لخلايا مُختلفة النمط في النبات والحيوان هي خلايا  
مُخصصة لقيام بوظيفة مُحددة في خلايا اللهية تحتل  
الدهن كسليج دهني، أو لحبي الحاحية إلى دهره لطاقة  
والخلايا القصبية تنقل الرسائل من أحد أجزاء الجسم إلى  
جزء آخر، وخلايا العضلية تنقبض لحريك أحد أجزاء  
الجسم. وتنقل خلايا الدم الحمر الأكسجين في  
الحيوان، كما تنقل الخلايا العصبية المعلومات في النبات  
وبخلاف معظم خلايا الأخرى، فهذا النوع من الخلايا  
عديم النواة. وتتواجد الخلايا الحارسة في سطح ورقة  
النبات وتتحكم بالشعيرات لإصط الشح والتشمس، وهي  
تحتوي أيضا جزيئات اليخضور لاستخدام طاقة الشمس في  
الخليق الضوئي

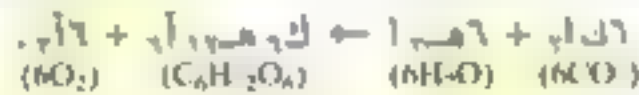


# التَّخْلِيقُ الضَّوئِيُّ

نحنُ لا يُمكننا تخليقُ الغذاءِ بِمُخَرِّدِ التعرُّضِ لِنُورِ الشَّمْسِ كما تفعلُ النباتاتُ. فجلالَ عمليةِ التخليقِ الضوئيِّ تَسْتِمِدُّ السَّاتَاتُ الطَّاقَةَ مِنْ شَعِّ الشَّمْسِ لِتُسْتَخْدِمَهَا فِي تَحْوِيلِ المَاءِ وَثَانِي أُكْسِيدِ الكَرْبُونِ إِلَى سُكَّرٍ بَسِيطٍ يُدْعَى الغلوكوزُ. وَهِيَ تَسْتَهْلِكُ قِسْماً مِنْ هَذَا الغلوكوزِ فِي أَشْطَةِ خَلايَاها، وَتُحَوِّلُ الباقِي إِلَى مَوَادِّ أُخْرَى كَالنَّشَاءِ وَالسُّلُولُوزِ وَالنباتاتُ لَيْسَتْ الكائناتُ الحيةُ الوحيدةُ الَّتِي تَقُومُ بِعَمَلِيَّةِ التَّخْلِيقِ الضَّوئِيِّ، فَتَغْضُ الأوالي وَبُذائِياتُ النَّوَى (المُونِيرَا) تُخَلِّقُ الغِذاءَ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ أَيْضاً.



ي عملية التخليق الضوئي تتفاعل الأوراق المائية وثنائي أكسيد الكربون وتنتج الغلوكوز والأكسجين حسب المعادلة الكيميائية التالية

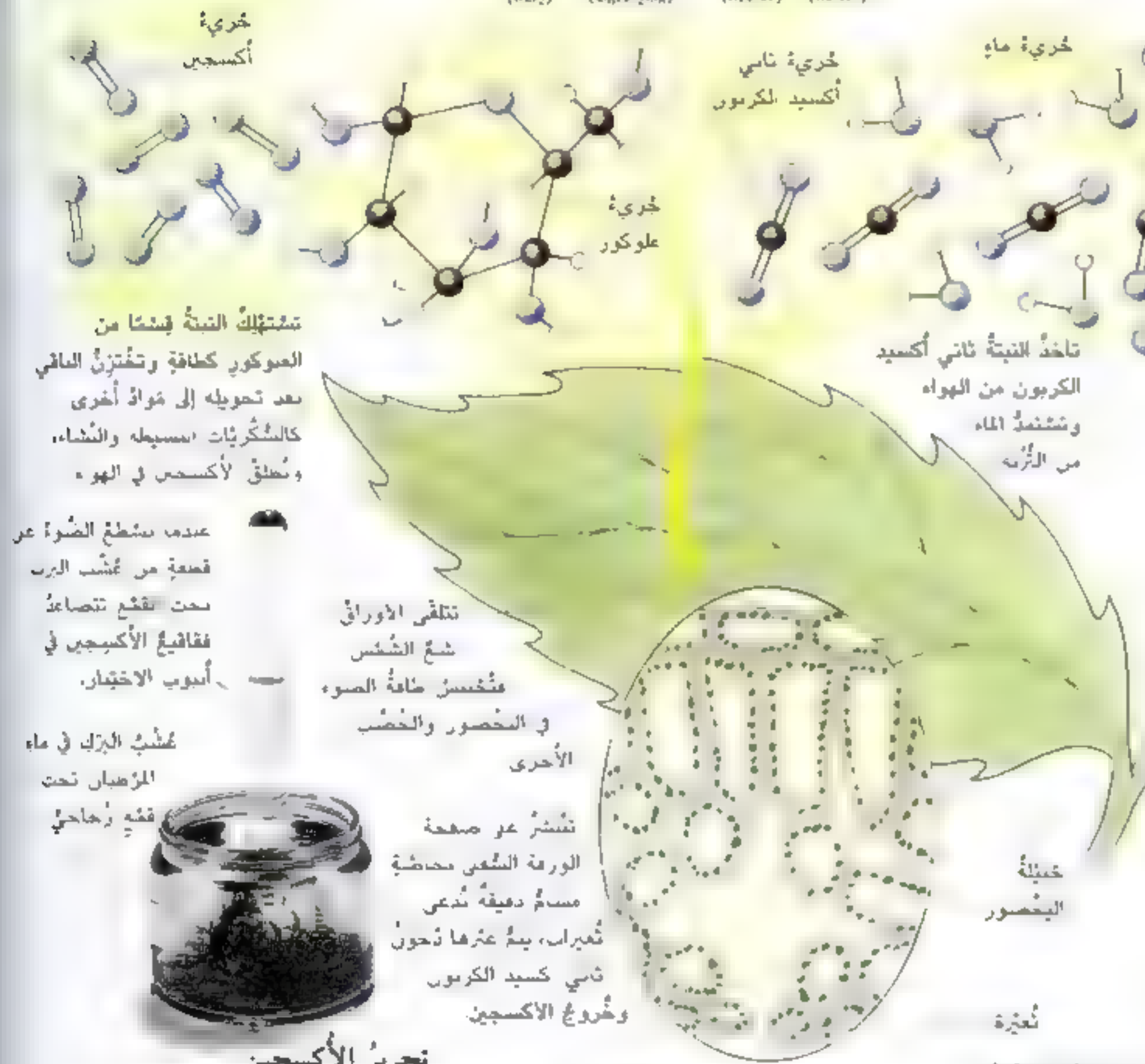


لماذا أوراق النبات في معظمها خضراء؟

يتألف ضوء الشمس من ألوان مُعَدَّدَةٍ وَحَدَّثَ لَدُنْهُ نَحْوِي حُضُنًا أَحْمَرَ، يُدْعَى البُخْضُورُ (بُكُورِي)، يَعْكُشُ أَخْضَرًا، لَأَحْمَرَ مِنْ الضَّوْءِ، فَرَاهُ حُمْرًا، وَيَنْقُضُ بِيْخْضُورًا نَخْزَائِي لَارِي وَلاَحْمَرَ وَنُسْجِدُهُمَا فِي عَمَلِيَّةِ السَّجْدِ الضَّوئِيِّ وَفَدَتْ سَادَاتُ، كَنَزَانِ الشَّجَائِرِ أَوْ لَارْخَوَائِي لِلنَّوَى المَيْسِ فِي الحَرْجَةِ أَعْلَاهُ، وَكَالْأَعْشَابِ لِحَرَّةِ الحُمْرِ، وَنَسْجِدُهُ لَأَصْفَاءَ إِلَى البُخْضُورِ، حُضُنًا أُخْرَى تَمُتُّشُ الوَانَا أُخْرَى مِنْ الضَّوْءِ فَلَا تُبْدُو خُضْرَاءَ.

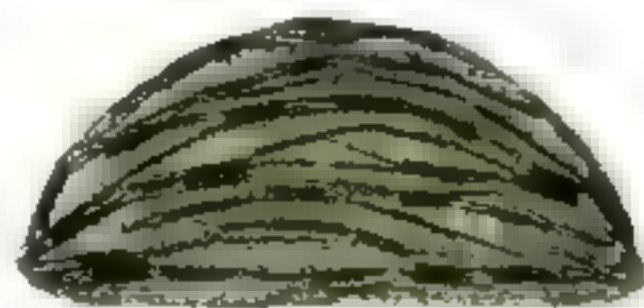
## كِيمِيَاءُ التَّخْلِيقِ الضَّوئِيِّ

تَمَّ عَمَلِيَّةُ التَّخْلِيقِ الضَّوئِيِّ فِي الأَوْرَاقِ حَيْثُ يَحْوِي لَعْدِيدٌ مِنْ خَلايَاها عُضَائَاتٌ دَقِيقَةٌ تُدْعَى خَبَيْلَاتُ البِيْخْضُورِ يَحْتَسِبُ لِبُخْضُورٍ وَنَخْضُوتِ الأُخْرَى، فِي خَبَيْلَاتِ، صَدَقَةُ شَعِّ الشَّمْسِ لِتُسْخِرَهَا فِي إِتْمَامِ سُلْسِلَةٍ مُعَقَّدَةٍ مِنْ التَّفاعُلَاتِ الكِيمَاوِيَّةِ فِي هَذِهِ التَّفاعُلَاتِ تَحْتَلِّقُ خَرِيشَاتُ الحَاءِ إِلَى دَرَجَاتٍ مِنْ يَهْدُرُوحِيْنِ وَالْأُكْسِجِينِ، فَتُشْجَدُ دَرَجَاتُ يَهْدُرُوحِيْنِ بِخَرِيشَاتِ ثَانِي أُكْسِيدِ الكَرْبُونِ تُشْجَعُ الغلوكوزُ، وَنُطْلَقُ الأُكْسِجِينُ خُرًا كَسَاحِجِ نَانَوِيٍّ



## تَحْرِيرُ الأُكْسِجِينِ

لَا نَمُكُّ فَتَهْدَةُ الأُكْسِجِينِ الَّتِي تُطْلَقُ السَّادَاتُ فِي لُظُوفِ لَعَادِيَّةٍ. لَكِنْ أَثْنَاءَ عَمَلِيَّةِ التَّخْلِيقِ الضَّوئِيِّ فِي أَشْجَاتِ المَائِيَّةِ، تَتَكَوَّنُ فِقَاقِيْعُ الأُكْسِجِينِ أحياناً عَلَى سَطُوحِ الأَوْرَاقِ. أَمَّا ثَانِي أُكْسِيدِ الكَرْبُونِ فَتُخْزِنُ عَلَيْهِ هَذِهِ لِبَاقَاتُ مِنَ المُدَابِّ مِمَّا فِي المَاءِ



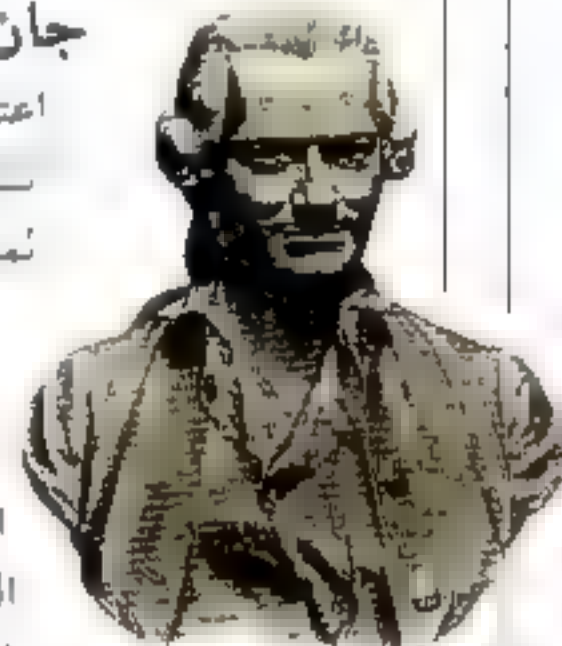
يَنْشُرُ البُخْضُورُ عَلَى سَطُوحِ الأَفْرَاصِ

## أَوْرَاقُ الخَرِيفِ

فِي الخَرِيفِ، يَنْحَلُّ البُخْضُورُ فِي أَوْرَاقِ الكَثِيرِ مِنَ الشَّجَرِ (سَمَّيْنَاهَا النَّمْعَةُ) فَتَلَوَّنُ حَيْدُ ثَانِي خُضْبٍ أُخْرَى بَاقِيَةً فِيهَا كَالنَّخْضُوتِ الجَرَارِيَّةِ الَّتِي تَجْعَلُ الحَرَّ نَبْهَاتًا، أَوْ الأَشْوَسِيَانِيَّةِ، الَّتِي تَجْعَلُ بَعْضَ النَّصْحِ أَحْمَرَ

## جان إنجنهوز

اعْتَقَدَ النَّاسُ سَابِقاً أَنَّ نَمُوَّ سَادَاتِ يَنْتُمُ بِأَمْتَصَاصِ مَوَادِّ مِنَ الأُتْرَةِ فَقَطْ ثُمَّ بَشَّ فِي القُرُونِ الثَّامِسَ عَشَرَ أَهْمَا نَحْتَدِثُ إِلَى الهَوَاءِ أَيْضاً هَدَّ اكْتِشَفَ العَالَمُ الهُولَنْدِيَّ، جَانِ إِنْجِنِهَوْزَ (١٧٣٠ - ١٧٩٩)، أَنَّ



لِبَاقَاتِ، فِي نُورِ الشَّمْسِ، تَأْخُذُ ثَانِي أُكْسِيدِ الكَرْبُونِ مِنَ الهَوَاءِ وَتَنْقُطُ الأُكْسِجِينُ كَمَا وَحْدَ أَنَّ مَسَارَ هَدِيْنِ المَعْدَنِ يَعْكُشُ فِي الطَّنْمَةِ (نَسْجَةِ لَعَمَلِيَّةِ الشَّمْسِ المُسْمَرَةِ)



# نظام النقل في النبات

إذا أغفلت تزويد نبتة منزلية بالماء، فإنها تذبل وتموت. ويحدث ذلك لأن النباتات تحتاج إلى الماء لتعيش. يسري الماء صعوداً عبر جذور النبتة وسوقها وأغصانها، ويتبخر في الهواء بالتسح من أوراقها وأزهارها. وتعمل هذه الحركة على إبقاء خلايا النبتة ممتلئة، كما تحمّل إلى عل المواد الغذائية المذابة من التربة. وفي النبات نظام نقل آخر يدعى "انتقال السعج الكامل" يعمل عادة في الاتجاه المعاكس، حاملاً المواد الغذائية من الأوراق إلى البراعم والعساليح والجذور.

يتبخر الماء من الورقة عبر مسام دقيقة تدعى ثغرات، فتتشر محاذية على صفحتها السفلى

السعج الحشوي

النحاء الداخلي

نظام نقل في اتجاهين

ينتقل الماء صعوداً في النبتة عبر خلايا السعج الحشوي لأسطوانية الشكل والمتصلة طرفاً بطرف. وعندما تموت تلك الخلايا تحلّف وراءها أوعية أسنونة دقيقة تملأ بالسعج النقيس تمتد من الجذور صعوداً إلى كل ورقة. أما المواد الغذائية المذابة (السعج الكامل) فتنتقل عبر نظام من الأوعية لأسنونة لتحتملها وتوصلها خلايا النحاء الداخلي.

التسح

تفقد أشجرة الضخمة يومياً قرابة ألف لتر من الماء عبر أوراقها بالتبخر، فما الذي يدفع الماء صعوداً لتعويض ذلك؟ الواقع أن الماء الصاعد يدفع ويحبّذ. فالجذور عاباً تدفع الماء صعوداً إلى مدى قليل بما يدعى ضغط الجذور، كما إن الماء المتبخر من الأوراق يجذب مزيداً من الماء ليحتمل مفعله. ويحدث هذا في بعضه، لأن جزيئات الماء تجذب بعضها بعضاً، وفي بعضه الآخر بالضغط التناضحي (الأزموزي).

ينتقل الماء صعوداً في النبتة من الجذور

أنابيب النقل

خلايا السعج الحشوي والنحاء الداخلي تتضافر معاً في مجموعات تدعى الحزم الوعائية - يكون النسيج الحشوي من الداخل والنحاء من الخارج. وعالياً ما يكون خلايا النسيج الحشوي مقوّاة بما يُبقى الأنابيب مفتوحة لانتقال السوائل صعوداً بسهولة.

الإذماغ (النسج)

أحياناً في النباتات الخمضة (اللاطنة)، يفتح الماء صعوداً من الجذور بسرعة تفوق سرعة تسح من الأوراق. فتتكوّن نتيجة لذلك قطرات ماء حول أطراف الورقة لأن الماء لم يسح بسرعة كافية. وتعرف هذا بالنسج أو الإذماغ البائي وتحدث الإذماغ غالباً بعد الغتمة شرط أن يكون الهواء ساكناً ورطباً.

لمزيد من المعلومات انظر

- الطرفة الحركية ص ٥٠
- الألوان ص ٢٠٢
- ساعات الزهرية ص ٣١٨
- الخلايا ص ٣٣٨
- لتحقيق بصوتي ص ٣٤٠
- استكشاف الأحيائي ص ٣٦٦

وضعت مكعب من البطاطا في ماء مالح غده أربع وعشرين ساعة، مقلص قليلاً لأن الماء شطط منه إلى الخارج بالتناضح

وضعت مكعب من البطاطا من اللحم نفسه في الماء العادي غده أربع وعشرين ساعة، فامتص قليلاً لأنه امتص ماء بالتناضح

التناضح

إذا وضعت عسقول بطاطا مقشورة في ماء مالح جداً، فستسقط الماء من خلايا البطاطا إلى الخارج. أما إذا وضعت في الماء العادي، فخلايا البطاطا هي التي تمتص الماء حينئذ. إن سريان الماء إلى الخلايا أو منها يدعى التناضح. وفي عملية التناضح يسري الماء عبر غشاء بصف متعدي من الجانب الذي يحوي نسبة أعلى من جزيئات الماء إلى الجانب الذي يحوي نسبة أحفض من جزيئات الماء (وبالتالي مواد مذابة أكثر).

شرحة من صلغ الكرفس تبيّن خلايا السعج الحشوي ملوّنة بالصبغ

النسج من الأوراق يجذب الماء والصبغ صعوداً عبر صلغ الكرفس

مشاهدة النسج

يمكنك ملاحظة تسح عبياً بوضع صلغ مورقي من الكرفس في إناء يوف ماءً بصبغ أطعمه أحمر مع سحر الماء من لأورق يصعد ماءً في الصنع حاملاً صبغ معه. وهذا دليل يبر عبي أن الماء ينتقل عبر أنابيب دقيقة هي خلايا السعج الحشوي



## التغذية

كُلُّ كَائِنٍ حَتَّى يَحْتَاجَ إِلَى الْمُغَذَّيَاتِ (الْمَوَادِّ الْأَوَّلِيَّةِ) لِيَعِيشَ. وَالتَّغْذِيَةُ هِيَ وَسِيلَةُ الْحُصُولِ عَلَى تِلْكَ الْمَوَادِّ وَاسْتِخْدَامِهَا كَمَا يَنْبَغِي. وَالْإِنْسَانُ، كَسَائِرِ الْحَيَوَانَاتِ الْأُخْرَى، عَزِيٌّ الْأَعْتِدَاءِ، إِذْ يَحْصُلُ عَلَى الْمُغَذَّيَاتِ

يتأول الأضمة العضوية مركبة وتحتوي الأضمة المحتلثة ثلاثة أنواع رئيسية من  
المعدبات هي البروتينات والدهون والكربوهيدرات والبروتينات تبني أجسامنا  
وترمّم ما يتلف من أنسجتها، أمّا الدهون والكربوهيدرات فنستخدم أساساً  
لتوفير الطاقة. كذلك نحتاج إلى معدبات أخرى، لكن بمقادير أقل.

كالمعادن التي تبني جزيئات مهمة في الجسم، والفتامينات التي تحمّر  
تفاعلات كيميائية معينة. أما النباتات فمختلفة طريقة العيش تماماً، فهي ذاتية  
الاغذاء تقوم بتصنيع غذائها بنفسها، ولا تحتاج في ذلك إلا إلى مغذيات  
بسيطة كثنائي أكسيد الكربون من الهواء، والماء والأملاح المعدنية من التربة



## العذاء المتوازن

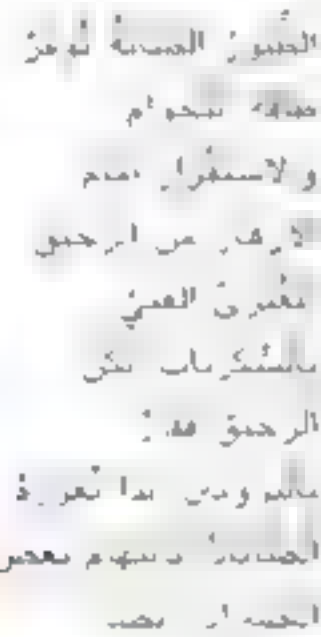
تقدیر اخذہ فی سون ۱۰۰۰ اصبح  
 ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح  
 ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح  
 ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح ۱۰۰۰ صبح

يحدث من شذوذاً في بعض الحالات وخصوصاً في  
من جهة حد باطن شبكة شذوذه في الأضلاع،  
في الأضلاع "حديثة" ناشئة من عرسه. في  
بؤر عذبة نادرة والآخر بؤر نادرة.



## سوء التغذية

دا قلمد عدله حبوب بوعه شعت من  
 الحبوب تحرف صحنه شوعه تعدده،  
 وقد تعني من "داه انور" في بعض  
 فقر العام، تعني الاظفار من  
 نكواشور اسعلي، وهو غور (داه  
 غوري) سنة نقص لبرونات والسادات  
 بعد شوعه حانها دا افسر شنة الى  
 بعض معدود شهقة اوراق نكر  
 انشنة علاه، تعني من غور الحبوب



لَا يُوَفَّقُ عَنِ لَأَكْلِ مَا  
مِنْ بَلْعِهِ

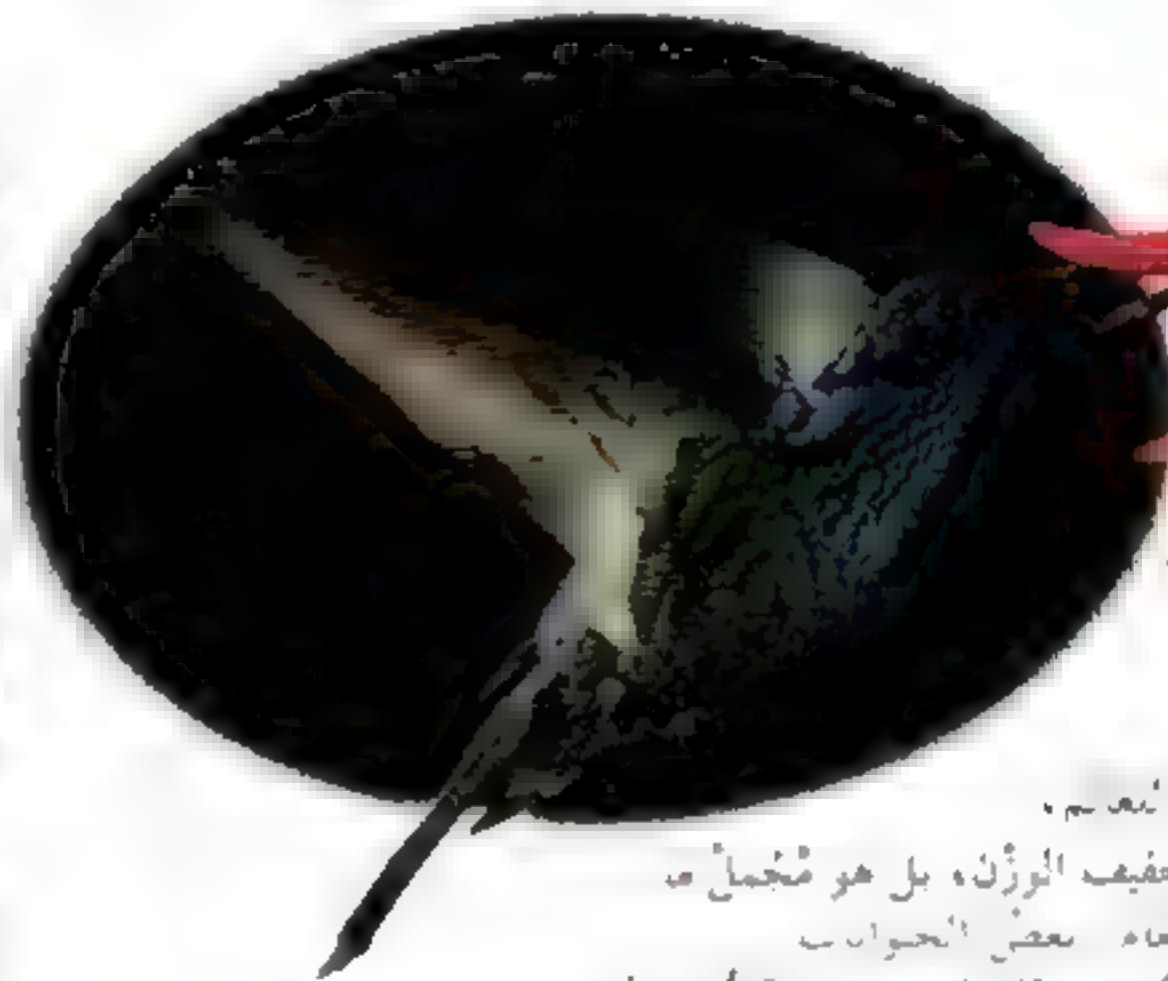


اللاحمات

سَمْعَةُ الْكَلْبِ نَبِيٌّ مِنْ أَنْبِيَائِهِ  
فَقَضَاهُ حَتَّى بَلَغَ عِلْمَهُ دَلِيلَ الْخَلْقِ  
وَالْجَنَّةِ الْمَوْجِدَةِ فِي الْفُتُوحِ  
سَمْعَةُ الْكَلْبِ نَبِيٌّ مِنْ أَنْبِيَائِهِ  
فَقَضَاهُ حَتَّى بَلَغَ عِلْمَهُ دَلِيلَ الْخَلْقِ  
وَالْجَنَّةِ الْمَوْجِدَةِ فِي الْفُتُوحِ

## المقارنت

١- كبر وأدب - لسان من  
 انجو رب اني قد رزقناه  
 امانة والحيوة والنعمة  
 فاستدرك في هذه طعاني هذا يستتر في  
 محادثة يحد في تأنيده ويستصعب ان يكون  
 محاضرة لا قسب بفضائل جوده الانسان



مَقَارُ بَحْرٍ  
طَوْبُ أُمِّ سَيِّدِ الشُّكْلِ  
كَلِمَةُ الشُّرْءِ

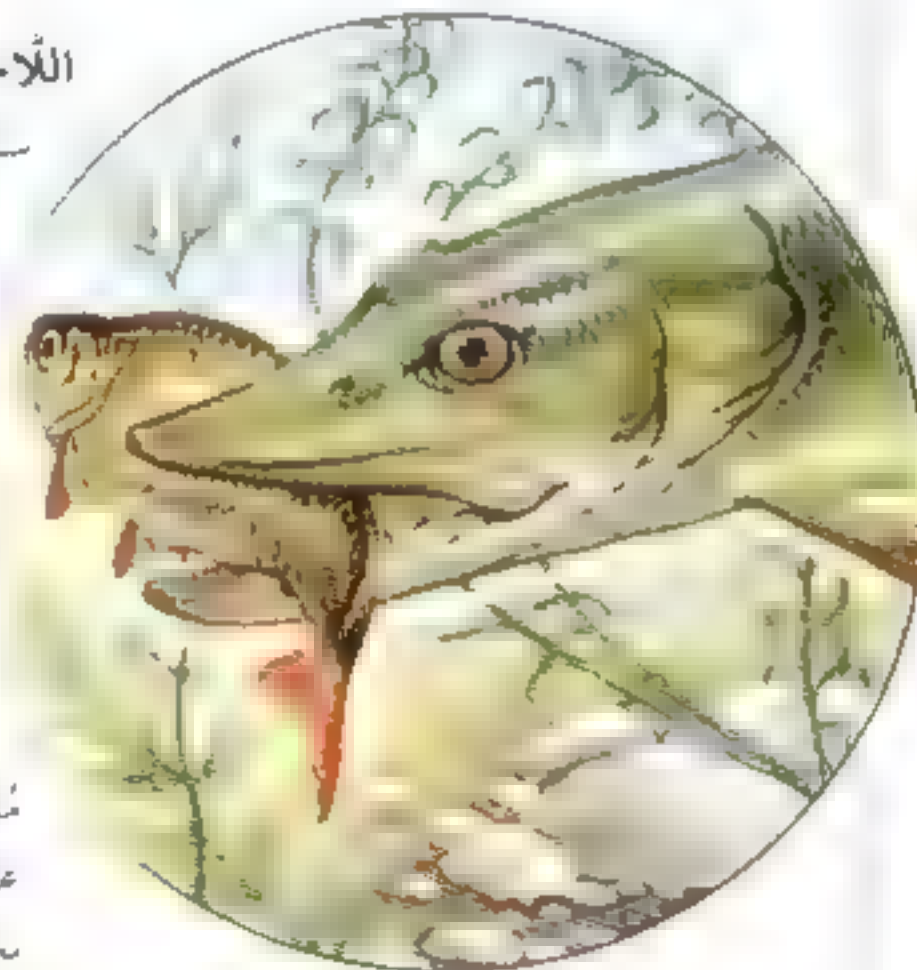
## النظام الغذائي

النظام العددي : في الحساب يُعبر عن

لا علاقة له بالحتمية وتخفيف الوزن، بل هو مُجملٌ  
سواءً لحيوانٍ من النعماء بعض الحواس  
مُسَوِّجٍ لظنهم، وبعضه أنتدائيٌ مُنَحْصَصٌ. والصَّانُ  
مثلاً، يَفْتَاتُ أساساً مَقَرَّ (رحم) الزَّهْر، وهو سِلٌّ شَكْرِيٌّ عَنِ  
الكبرياءِ هَدَرَاتٍ وَفَضْلٌ حَتَّى يَصَافَ

## المعاشيات

ضرورتاً كسرة من حيوان، من الأسماك حتى الحية، يشتمل بلا عذر عليه سبعة لغزات يعرف بالاعشاب بكونها تطفله بشدة عذبا في الحشرات، انقصى صاحب قسما له من حباتها في الأكل للخصول على كبد من بقاءه حشرات بعض اعشاب، ان حباته يحوي جهازها الهضمي نوعا من بكتريا تساعد في  
بحسب قلعه لاسحلاص الحشرات منه



### المزيد من المعلومات انظر

كتاب الأعداء ص ٧٨  
التفصيلات ص ٣٢٢  
الاصوات ص ٣٧٦  
الأعداء ص ٣٤٣  
الإنسان في عسكر ص ٣٤٤  
الهضم ص ٣٤٥  
خلاصة الاشتراك بعدة ص ٣٧٧  
حقوق ومعلومات ص ٤٢٢



## الاغْتِذاء

في العُصُورِ الغَائرة، كان الناسُ يَحْضُلُون على قُوَّتهم بِجَمْعِ الزُّورِ والثَّمارِ وَصَيْدِ الحَيَواناتِ. أمَّا اليَومَ فمُعْظَمُ طَعامِنَا يُتَّجَّعُ في المَزارعِ على اِختِلافِها؛ وبِذَلِكَ أَن تَجْمَعَهُ بِأَنفُسِنَا، يَقُومُ أَهْلُ الحَضَرِ وَسُكَّانُ المُدُنِ مِمَّا شِرائِهِ مِنَ الحِوانِيتِ. غَيْرَ أَنَّ ذَلِكَ مُخْتَلِفٌ جَدًّا في العالَمِ الطَبِيعِيِّ؛ فَالحَيَواناتُ البرِّيَّةُ تُقْضِي قِسْمًا كَبِيرًا مِنْ وَقْتِها في الاِغْتِذاءِ أو في طَلَبِهِ سَالِكَةً سُبُلًا تَعْتَمِدُ على نَوعِ الطَّعامِ الَّذي تَأْكُلُهُ. فَالعُشْبَياتُ (أَكِلاتُ الشَّتِ) عَمُومًا لا تَبْخُثُ نَعِيدًا عَنِ طَعامِها، لأنَّ البَياتِ مُسْتَقَرَّةٌ في مَواقِعِها لا تُفَارِقُها. أمَّا اللَّاحِمَاتُ (أَكِلاتُ اللَّحْمِ) فَعَلِيقًا تَعْقُبُ فرائِسَها وَقُصَبَها؛ لَكِنَّ بَعْضَ الحَيَواناتِ، كَالْبَرِّيْقِ وَشَقِيقِ البَحْرِ، يَقَعُ في مَكانٍ واحِدٍ وَيَتَطَرَّقُ اقْتِرَابَ الغِذاءِ مِنْهُ.



### الأمان مع القطيع

تُعْتَدِي الغِزالانُ بالأعْشابِ في شَهورِ مَرِيسِهِمْ تَساعِدُهُ حَكِيفَةُ أَمَامِها اِعدَدُها نَظَرًا حَيْثُ سِيلُها الذَّوْعِيُّ الوَحِيدُ هو شَرَعُهُ العَدُوُّ قَرِيبًا لَدَى نَحْوِ الغِزالانِ أَمَّا أَفْضَلُ بِالْعِيشِ فَصَعْدًا مَسِيبًا بَعْضُهُمْ بِرُعيِ العُشْبِ، يَقُومُ لِبَعْضِ الأَحرارِ بِالشَّرَافَةِ بِحَدَرَةٍ نَحْنًا لَأَيِّ حَصَرٍ دَاهِمٍ



### المُفْتَرِسُ والقَرِيسَةُ

الرَّيْبَةُ القَرِيسَةُ هي إِحدى اصْغَرِ السُّوداتِ المُفْتَرِسَةِ حَقًّا إِذْ لا يَرِيدُ طَوْلُها، مِنَ الرِّاسِ إِلى طَرَفِ الذِّلِّ، عَلى ٧,٥ سَمتٍ ولا يَرِيدُ وَزْنُها عَلى ثَقلِ مُكَمِّبٍ مِنَ السَّخَرِ. وَزُغْمُ حَجمِها الصَّغِيرِ، هِيَ صَارِبَةُ شَرِسَةٍ شَرِيفَةٍ بِمِصْصِ الخُطُوبِ (دَوْدَةُ الأَرْضِ) بِأَسنانِها العَاضَةِ وتُدا اِإِعدادِها عَلى القُورِ وَتَسْتَهَيِّجُ بَرْدًا يَومًا كَمِيتَةً صَعْدًا تُفَارِقُ وَزْنُها كَضَرُورَةٍ حَيَاتيَّةٍ أمَّا الصُّواريِ المُؤَبَّةُ الأَكْبَرُ، فَتَأْكُلُ كَمِيتَ بَقْلِ سَيبٍ، لأنَّ أَخْصافَها سَهْلَتُكَ الصَّافَةِ سَعْدًا أَطْأ كَثِيرٌ



### القملُ كَفَرِيقِ

تَصِيدُ بَعْضُ الصُّواريِ فرائِسَها بِالعَمَلِ جَماعَةً كَفَرِيقِ، هَنا أَحَدُ نَواتِ وِى يُهاجِمُ الغِزالَةَ (أ)، زُغْمُ أَنَّهُ لا يَفْزِي عَليها، لِبَصْرِها اِإِتاحَها عَنِ صَغيرِها - في جِوْنِ يَتَمَصَّصُ مِنَ الوِى الأَحرارِ عَلى الصَّغِيرِ وَيَقْطَعُها. وَهَكَذا يَتَخَذُ مَنا في الحَضُولِ عَلى وَخِوْمِها كانِ يَسْتَطِيعُ واجِدَها الحَضُولَ عَليها بِمُفَرِدَةٍ

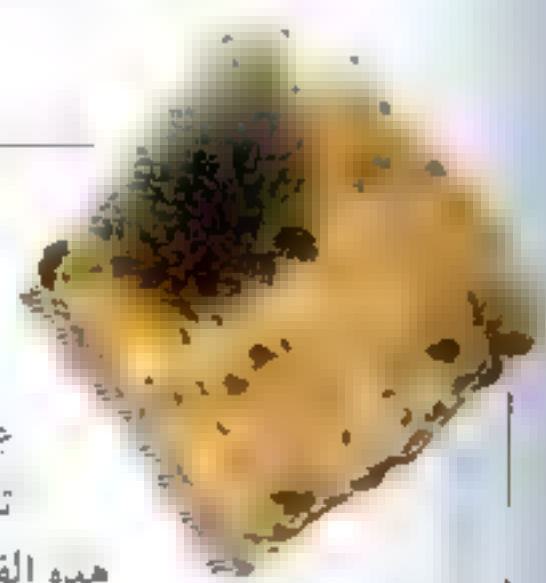
### الاغْتِذاءِ الارْتِشاحِي

هَذِهِ الدَّودَةُ المَرْوُجَةُ (بِرُونولا بَسَنُوم) بِعَاشِ دَرْتِجِ الخُشْباتِ بَعْدَها لَدِفَةُ مِنَ المَاءِ بِمِروءِها حِفاتُ مِنَ النُّوْمِ بِحَسَنِ خُشْباتِ اِطْعامِ، فَتَنفِثُ شَعِيراتٍ دَفِيقَةً بِحِوَرِها الدَّودَةُ هَذِهِ حِوَراتُ مُجَمَّعةٌ كَثِيرَةٌ بِعَاشِ دَرْتِجِ اِإِعدادِها، بِشَمْلِ بَرُخُوناتِ، كَمِصْرٍ وَبَنيجِ سَخَرٍ وَإِنْصِفاتِ وَالْحَرابِ الكَبِيرِ وَبَعْضِ الحِوَراتِ الصَّغِيرَةِ لِارْتِشاحِيَّةٍ لا عِذاءَ عَادَةً حِفاتِها لَدِيعَها في مَكابِها وَحَدًا أَكْبَرُ الحَيَواناتِ الارْتِشاحِيَّةِ الشَّعْليَّةِ هِيَ الحِيتانُ لَتي تُرْتَشِجُ عِذاءَها اِإِشاءَ السَّاحِلِ



### الاغْتِذاءِ بِفَضَلاتِ الطَّعامِ

عِدَّةٌ مِنَ المُفْطَرِ المُخْتَلَفَةِ تُعْتَدِي بِالمَوادِّ العَدائِيَّةِ فِي هَذِهِ المُقْطَعَةِ مِنَ الخُطَرِ وَهِيَ صَغارُها لا تَتَلَبَّحُ بِطَعامِ الخُطَرِ كَمَلَّةٍ، بَلْ تَتَمَصَّصُ مِنْها الكَمِياتُ العَدائِيَّةِ بِواسِطَةِ كُتْمٍ مِنَ الحِيطانِ الدَفِيقَةِ. وَهَذِهِ المُفْطَرُ، كَمَا التَّكْثِيرُ، مُهِمَّةٌ جَدًّا لِأَنَّها تَعْمَلُ عَلى تَمَكِّيتِها وَاجْلالِها بِقايَا المُعْصِباتِ الحَيَّةِ بِعَدَمِها، وَلَدَلِكِ تُسَمَّى زَمَمانًا وَهَناكَ مُفْطَرٌ أُخَرى تَعاشُ وَتَمُوتُ عَلى المُعْصِباتِ الحَيَّةِ، وَتُسَمَّى مُفْطَراتٍ



### شبكة تحت مائية

بَعْضُ بَرُخُوناتِ الكادِيسِ (الدَّودَةُ الشَّعْبَةِ الحَاضِرِ) فِي المَحاريِ الشَّعْبَةِ حَيْثُ بِرَحْفٍ مُعْظَمُها بِحِثًا عَنِ اِإِعدادِها لَكِنَّ بَعْضَها بِقَدَرٍ بِأَسلوبٍ مُخْتَلَفٍ، فَتَصْطَلِقُ بِرَفانَةٍ شَكْلَةَ حَرِيرَةٍ بِقُوعٍ هِيَ فِي عَظَمِها بِتَظْهَرُ الحِوَراتِ الصَّغِيرَةِ الَّتِي تَسُوقُها بِالباءِ إِلى الشَّكْلَةِ فَتَأْكُلُها



### لَمَزيدِ مِنَ المَعلوماتِ انْطَرِقْ

- كَمِياتُ الأَعْيادِ ص ٧٨
- اِغْتِذاءُ ص ٣١٥
- دَوْدَةُ الخُطَرِ وَاشْجَلُ الخُطَرِ ص ٣٢٠
- لَرُخُوناتِ ص ٣٢٤
- سُوداتِ ص ٣٣٤
- لَأَسَدانِ وَالمُكَّانِ ص ٣٤٤
- اِشْجَلُ وَمِراجِئِها ص ٣٦٢
- السَّلايِلُ وَالشَّبَكَاتِ العَدائِيَّةِ ص ٣٧٧
- حِفاتُ وَمَعلوماتِ ص ٤٢٢



# الأسنان والفكان



تقطيع الطعام

ستعطي الكسب بصلوات فكها القوية مضغ الطعام بأمانه وهو حين يأكل يحرك فكها الشفلي صعوداً ونزولاً كالمضغ في العنق، يحرك فكها الشفلي من جانب إلى آخر، كما صعوداً ونزولاً.

سدان حادة مارقة



نقطة عظمية لإرساء فصولات الفك.

## أسنان اللواجم

الكسب لاجم نموذجي - يفتات دلتهم غايًا، له في مقدم فكها ألياب طويلة تقضم الطعام، تليها نحو مؤخرة الفم أضرار حادة مازقة تسهل اللحم ليتمكن أبتلاعه

## الأسنان الدائمة

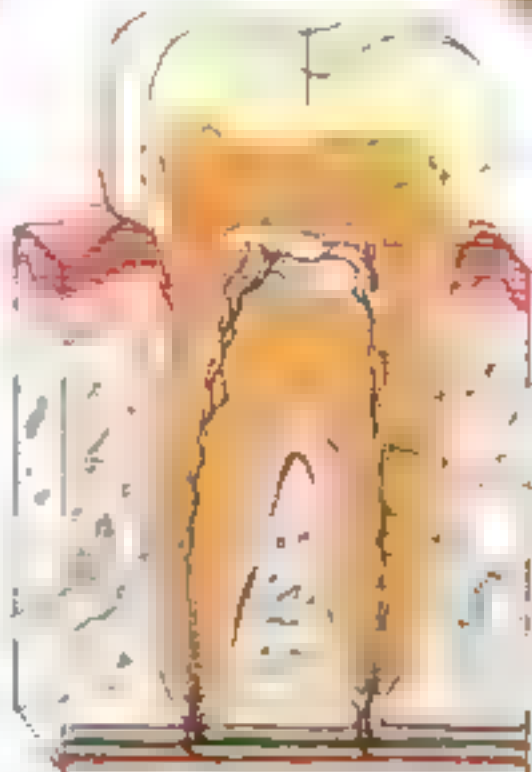


صاحكة (صاحكة أمامية) رحي (صيرق) طاحنة (صيرق) واحدة (صيرق) العفر

## الإنسان البشري

مجموعة الأسنان الأولى في الإنسان (الرؤاصع أو أسنان الحليب) تضم ثمان قواطع وأربع ألياب وثمان طواجر، أما المجموعة الثانية، المعروفة بالأسنان الدائمة، فتعديدها ٣٢ بيناً عند معظم الناس، والثاجد (أضرار العقل) أجز ما يظهر منها، وهي قد لا يظهر قطف عند بعضهم

ملاط يثبت الحذر في الفك عظم الفك



لمزيد من المعلومات أنظر
المفصليات ص ٣٢٢
الرؤاصع ص ٣٣٠
اللبنات ص ٣٣٤
الاعتد ص ٣٤٣
المضغ ص ٣٤٥
الهيكل الداعمة ص ٣٥٢

## باطن السن

الغزة لظاهر من السن، يدرت بصفه حتما ويدعى الناج وسطح السن معطى بالنساء فوق طبق من العاج الضمت ويغلا فب لسنرت طري حي وأوعية دموية وعصب وترشح الأسنان في عظم الفك حدوداً طويلة وإسمنت حاص



الأسنان القارضة

قواصع الكونيو، وهو قارض ماني، إرمته لشكل دنة لشمو وكث فاطمة مه تعطيها امباء من واحده الاماميه هض، يباثل جانب لحيه سرعو أكثر تارفا لعدة الاماميه حادة دوما



قواطع دائمة الشخد

محوة فكبة

## أسنان العاشبات

لكونيو عاشت نموذجي يأكل أشب هض قوطه الطويلة تقطع شوق اللبن العاشبية، وأضرارها تطحنها وتعمل بين هاتين المجموعتين من الأسنان لمحوة فكبة

## أسنان الإنسان

الإنسان من القوارص - التي تفتات بالثيت واللحم. فنحر تستخدم أسناننا الأمامية (القواطع) في قضم الطعام، والياب الصغيرة في فكه، وأضرارنا (القواجر) في طحبه وقربه وتشد الفك المتحرك (الشفلي) صعداً وجايياً عضلات قوية تربطه بمقطن الرخس والضغير وبممكنك انه المضغ تحسن استور في هذه العضلات

تدعرو الأسنان متوافق في اسناب فكبة حاضة

## الأسنان البسيطة

سنت كل أسنان الحيوانات مضغصة كسنان شومات فاشن برؤ حاف، كهذا التماسح، فمادة وبدة الشكل، لا يمكنها مضغ لقدم فهي شحا في دشر طعمها بحب حتم ضلب قشرقه، وتسلقه شقف



## عديمت الأسنان

كثير من الحيوانات مظهر آخر به موية ضلة بدل الأسنان فيرقاة الشرمات (البرغاش) هذه تحصف فريستها "نوع" مفصل حاص، تصدف بعض الحيوانات العارة وللكثير من لحيثرات العاشبة (كلحيث) حجرة معدية تضرع القدم بعد نعه





## الهضم الخارجى

غذاء بالواسطة

لا يَسْطِيعُ الْأَرْضُ هَضْمَ سَائِرِ مَوَدَّاتِهَا ،  
لِذَلِكَ إِلَى تَقْرِيرِ يَهْضُمُهَا فَتَكُونُ قِطْعَةً مِنْ  
وَرَقِ الشَّجَرِ تَحْتَ الْأَرْضِ وَتُحْدِثُهَا لَاسْتِثْنَاءَ  
الْقُضْرِ بَدَى يَهْضُمُ أَعْدَاءَ لَبَنِي وَبَشَرَهُ  
ثُمَّ تَعَثُّ الْأَرْضُ قِطْعَةً مِنْ  
أَقْطَرِ يَهْضُمُهَا سَهْوَةً


## الهضم في الفئران

عندما تنلغ الفأرة طعاماً يتقل أولاً إلى  
المعدة حيث ينحل خبزياً بواسطة حامض  
قوي ثم يسرع مساره إلى المعى الدقيق  
فالمعيط حيث ينضج فتحات الهضم  
والماء يفرز سكرياس الفأرة مواد هضمة  
قلوية تعادل حامض المعدة أما الممرعة  
فهي كيس رديء (غير نافذ) يتم فيه هضم  
الغذاء السابق

المعنى الحقيقي  
المعركة (المضار)  
الاعور  
الرائدة

ملري

جهاز الهضم في الفرة  
مجنونة في مطبخها عادة، لكنها  
استكبرت عن بلع صمغ



خَبْرُكَ مُفْتَحِي  
عَيْنِي بِأَعْيَانِ

الحمد لله

## مَقْصِدُ الشَّيْءِ

تفتح والأرض والمضايق عينه بالمواد الثمينة التي يخرنها السائح عداه في  
حلالها تملك خريبات أثناء من مات الوحدات الشكرية المتركة معا في  
سلاسل طويلة وهذه السلاسل سجل أثناء عمله لهم، بوجود الأبرياء،  
تسخر خريبات عديدة من العلوكور وهو شجر يسطر يمكن للحشم امضاه

كَيْفَ تَهْضُمُ الْبَقَرَةُ الْعُشْبَ

يَهْضُمُ الْأَقْدَرُ الْغُثْبَ بِمُسَاعَدَةِ مُعْضَيَاتِ ضَرْفِيَّةٍ  
وَمَعْدَةٍ رُاعِيَةِ الْأَقْسَامِ يَدْخُلُ الطَّعَامُ أَوَّلًا فِي  
كَرْسِيٍّ وَالْفَنَسُوءَةُ حَيْثُ تَعْمَلُ الْمُعْضَيَاتُ  
مُخْهَرِئَةً عَلَى تَحْلِيلِ السُّبُولُورِ ثُمَّ نَخْتَرُ الْفَرَّةَ  
الْمَعْدَمَ فَمُصَفًى ثَابِتَةً وَتَتَلَفُهُ لِيَعُودَ إِلَى الْمَعْدَنِ  
لَا حَرِيصَ حَيْثُ يَتَمُّ هَضْمُهُ . حَيْثُ لَا يَسْتَطِيعُ هَضْمُ  
السُّبُولُورِ فِي عَدَائِهِ لِسَاتِيٍّ ، لَدَى هُوَ يَقَرُّ  
أَجْسَادَ كَحَشَائِشٍ أَوْ أَلْيَافٍ

تقوم جدّة أريمان في  
المعدة والمعنى الدقيق  
بعض البروتينات

تتحوّل الدهون إلى قطرات  
بواسطة الميزة (الصغراء)،  
وهي المانع الذي تُفَرِّدُ  
المراة، وهذه القطرات  
تهصّلها أربعت  
المعرّ الذئبق

حُرَيْثُ بْنُ حَامِصٍ أَعْمِي

بدائل حُرّيَّة البروتين من  
أحماض أمينية عديدة

يَتَلَقَّ جُرْيُ الذُّهْنِ مِنْ  
الْعَلِيِّرُولِ وَأَحْمَاسِ بَيْتِيَّةِ.

جریٹا  
حامی زہری

المصريون في

## هَضْمُ البروتينات والدهون

عندما تأكل قطعة من الخبز، تحلُّ البروتينات والدهون المتواجدة فيها إلى جزيئات أصغر جدًا يحرق امتصاصها في النخاع الفقري. تحلُّ البروتينات إلى سلاسل عديدات الأمينية وهذه تحلُّ بدورها إلى أحماض أمينية أما الدهون فتتحول أولاً إلى قطرات دقيقة ثم تحلُّ إلى غليسرول وأحماض دهنية

الكرش

بِقُلُوبِهِمْ

أَمْ يَتْلَا عَرِيفٌ

2010

لمزيد من المعلومات انظر

الحفّازات ص ٥٦  
كيمياء الجسم التّشريّ ص ٧٦  
كيمياء الأعذية ص ٧٨  
التّفسّل الحلوّ ص ٣٤٦



# التنفس الخلوي

تحتاج جميع الكائنات الحيّة إلى طاقة لتعيش، وهذه الطاقة تُستمدّ من الغذاء. فبعد هضم الوجبة من الطعام، تنتقل الموادّ المغذية إلى الدّم ومنه إلى الخلايا حيث تتحلّل بالانزيمات لإطلاق ما بها من طاقة يُستفاد منها في شتى الأعمال الحيويّة. في التنفس اللاحيواني، تتفكّك المغذيات (بخاصّة الجلوكوز) دون استخدام الأكسجين مُطلقة مقداراً قليلاً من الطاقة. أمّا في التنفس الحيواني، الذي يجري داخل مُتقدّرات الخلية، فتتحدّ الموادّ المغذية بالأكسجين مُنتجة ماءً وثاني أكسيد الكربون كفضلات، ومطلقة مقداراً كبيراً من الطاقة. وهذا التنفس هو الذي يزوّد الجسم بمعظم احتياجاته من الطاقة.



مفعّل التنفس الخلوي كقوة غوري  
دوّارة - ينتج الطاقة حيث وحين يحتاج إليها

## طاقة يمكن التحكم بها

التنفس الحيواني شبيهٌ بالاحتراق إذ فيه تُحصد الموادّ المغذية (أو قود) بالأكسجين لإنتاج الطاقة. لكن هناك فرق مهم؛ فالاحتراق يحدث بسرعة وتدفق الطاقة منه مؤلّم، فيما التنفس الحيواني ينصوي على تفاعلات كيميائيّة عديدة، ويضعف التدفق بأشكال يمكن التحكم بها.



الحطمي الصبيّة  
(هيبشكس)  
روراسايفيسر

تضخّ المتقدّرة اعشبة  
مطوّاة تؤمّن سطوحاً  
مسيحة تحري  
موقها التفاعلات  
الكيميائيّة.

## التنفس في النبات

في ضوء النهار نصنع أوراق النبات لحصره عذاء (الجلوكوز والشاء) بالحليّ الصوني، وستهلك بعض الصعام في عمليّة التنفس. لكنّها تُحترق طعماً أكثر ممّا تستهلك، لذا فإنّ الأوراق تأخذ ثاني أكسيد الكربون وينط الأكسجين أثناء الليل، بوقف التخليق الصوني وتستمّر عمليّة تنفس، فتأخذ الأوراق الأكسجين وتلفظ ثاني أكسيد الكربون.

## هانز كريس

كشف الكيميائيّ الأحيائيّ الألمانيّ، هانز كريس (١٩٠٠-١٩٨١) دور الجلوكوز الكامل في عمليّة التنفس الخلوي. وكان معلوماً أنّ تحريّ الجلوكوز يتحلّل مُنتجاً مادّة أنسط هي حامض البيروفيك، لكن ما كان أحد يدري مصير حامض



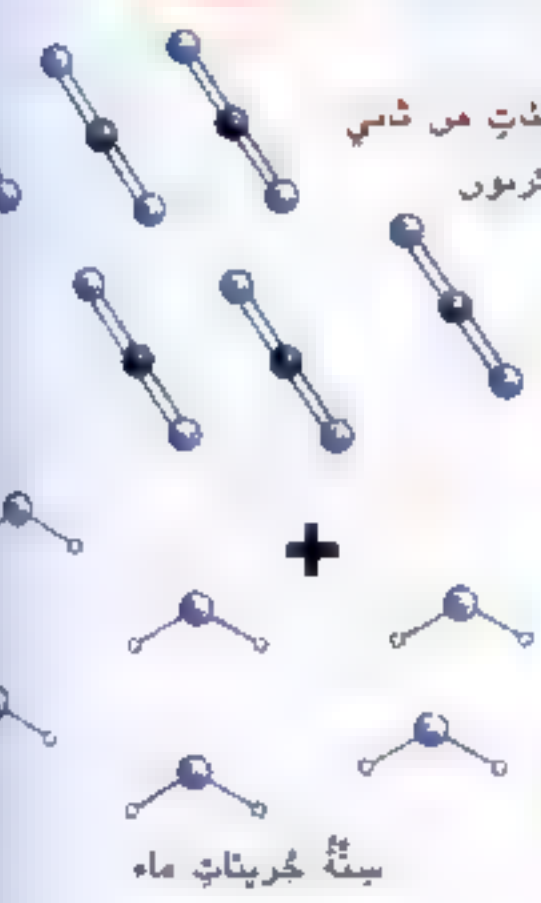
البيروفيك. وقد كشف كريس أنّ هذا الحامض يدخل دورة متواصلة من التفاعلات الكيميائية في المُتقدّرات، تُعرف بدورة حامض الستريك أو دورة كريس، يتحلّل فيها إلى ماءً وثاني أكسيد الكربون، وتُحرّر الطاقة المُنتجة خلال هذه التفاعلات في تحويل (إي دي بي) إلى (إي تي بي).

في التنفس الخلوي يتفاعل الجلوكوز والأكسجين لإنتاج طاقة وثاني أكسيد الكربون وماء، حسب المعادلة الكيميائية التالية:  
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{طاقة}$$



مقدار كبير من الطاقة

ستة جُريبات من ثاني أكسيد الكربون



## ماذا يحدث أثناء التنفس

يعتمد الجسم الشري في إنتاج طاقته أساساً على الجلوكوز وهو سُكّر يُنتج في الجسم من هضم الشاء والكربوهيدرات. لأخرى في الطعام قبل استهلاكه في عمليّة التنفس الخلوي، يتحلّل الجلوكوز إلى مادّة أنسط هي حامض البيروفيك، الذي ينتقل إلى مُتقدّرات الخلية حيث يتحدّ بالأكسجين لإنتاج ماءً وثاني أكسيد الكربون ومقداراً كبيراً من الطاقة يُستخدم لإوطئ الجسم الحيويّة كتملص وأنساج العضلات مثلاً. وهكذا فإنّ عمليّة التنفس الحيواني هي بالتمام معكوس عمليّة التخليق الصوني حيث تُستخدم الطاقة لتصنيع الجلوكوز.



## التنفس اللاحيواني

إذا عدوت سرعة مُهيكة، ينفذ الأكسجين من سبيح عضلاتك فلا يمكنها تحويل الجلوكوز إلى ماءً وثاني أكسيد الكربون؛ بل نحوله، بعباب الأكسجين، إلى حامض اللب (الذي يُست ترأينه معصاً عضلياً)، سانس اللاحيواني. وخلال استراحتك بعد العدو يحلّ حامض اللب باستخدام الأكسجين بعض المُعضيات، كالحماض والكثيرا، تعيش عادةً بالتنفس اللاحيواني دون سواه.

### لمزيد من المعلومات انظر

- المُشهور ص ٤٣
- الأكسجين ص ٤٤
- الاختبار ص ٨٠
- الخلايا ص ٣٣٨
- التخليق الضوئي ص ٣٤٠
- الهضم ص ٣٤٥
- جغائقي ومعلومات ص ٤٢٢



# التنفس

التنفس شهيق وزفير. في الشهيق يُسْفَطُ الهواء إلى داخل رئتيك، فينتشر أكسجين الهواء عبر بطانتيهما الرقيقة إلى الدم الجاري في الأوعية الدموية الدقيقة في الرئتين. وتحمل كريات الدم الحمراء الأكسجين إلى جميع أنسجة الجسم. وفي الوقت نفسه، يسري ثاني أكسيد الكربون (الغاز الناتج عن التنفس الخلوي) في الاتجاه المعاكس ليُطْرَدَ مع هواء الزفير. اللبونات والطيور والبرمائيات والزواحف تنفس برئتين، أما الأسماك فتنفسية التنفس. وللحشرات أنابيب تنفس فصيية ذات فتحات جانبية في بطونها.

الحنجرة مثل غُصْرُوفٍ  
يحتوي الأوتار الصوتية.  
هواء الرئتين يُدْفَعُ الأوتار  
الصوتية فتحدث الصوت

تمتد الرغامى (القصبة الهوائية) من الحنجرة إلى الرئتين. وهي مفتوحة  
دوماً بفضل حلقات  
غضروفية نصف دائرية

رئتان مختلفتا الشكل،  
فالرئة اليمنى غرض  
وتتألف من ثلاثة  
فصوص، أما الرئة  
اليسرى من فصير  
فقط

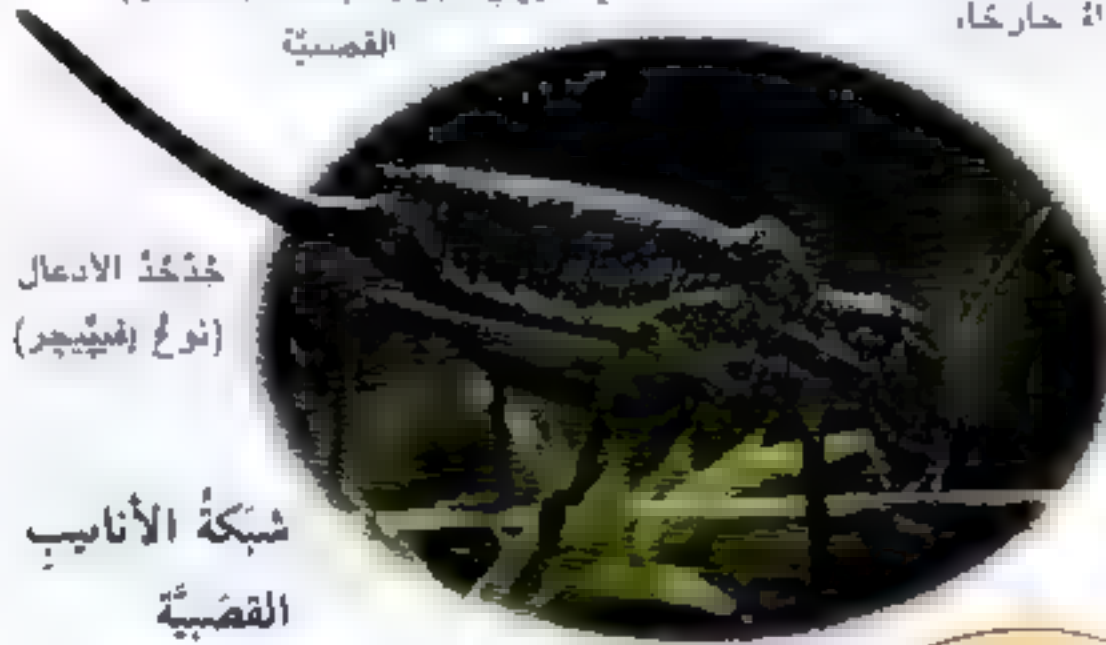


## التنفس

الرئتان مُحاطتان بأصلاص الفصص الصدري ابدى  
بفصنه عن التحويص النقي حاجر عضلي صفحي  
هو الحجاب الحاجز فعندما تنفس، تتغير  
أصلاصك والحجاب الحاجز حجم التحويص  
الصدري، فسقط الهواء إلى الرئتين في الشهيق،  
ويضغط خارجاً في زفير. ويعتمد مقدار الهواء  
المحرك على مجهودك العملي؛ فإذا كنت جالساً  
بهذوء، يتحرك انقليص من الهواء مع كل نفس؛  
أما خلال العمل المجهود فالتنفس أسرع وأعمق.  
فانت في التنفس العميق تحرك من الهواء ستة  
أضعاف ما تحركه منه وأنت جالس بهذوء



الفوهات التنفسية تتحرك، فتشأ وإغلاقاً،  
في شريان الهواء عبر شبكة الأنابيب  
القصية



تنفس الحشرات عبر شبكة من الأنابيب  
الملاى بالهواء. تدعى الأنابيب القصية،  
تمتد إلى أعماق جسم الحشرة؛ وتفرغ بدق  
ووفرة إلى اعصلاص ومختلف الأنسجة  
الأخرى وتصل هذه الأنابيب أحياناً  
بأكس هوائية تُعبر أشكالها كدورات  
وتنقل من الأنابيب القصية سُفْسُ فومي غير  
علاص جسم الحشرة تدعى الفوهة تنفسية.



تنقل أنابيب التنفس الأكسجين

إلى خلايا الحشرة مباشرة

## التنفس الحشومي

يحتوي الماء فذراً من الأكسجين فداناً فيه، تستطيع الأسماك تلف  
بواسطة خياشيمها بتألف الحشوم من سلسلة سدلاص ديدو رقيقة  
الخدوان عية دلاوعية الدمونة لتعبر نادال العارات تغت شمكة  
الماء غير قفها ليخرج عبر فتحات خياشيمها حيث يجري امتصاص  
الأكسجين المذاب ولقط ثاني أكسيد الكربون

الدم والهواء في الشبح لرموي متقاربان  
جاء، وما ينشر أنيقال الأكسجين وثاني  
أكسيد الكربون بينهما.



تتألف الخياشيم من اقواس فحشية ذات  
سواء ريشية هي الحيوط الحشومية.

لمزيد من المعلومات انظر
حدث الصوت وسداعه ص ٧٢
تنفس الخلوي ص ٣٤٦
الدم ص ٣٤٨
لدورة الدموية ص ٣٤٩
استن الباطية (في الأحياء) ص ٣٥٠



اللَّهُمَّ

الدم مادة مذهشة حقاً، فهو يعمل كسبر ناقلة سائلي تنقل الأكسجين إلى كل خلية حية في الجسم؛ كما ينقل أيضاً المواد الغذائية والنهرمونات والفصلايب والدفع، وهو دفاع الجسم الرئيسي ضد الأمراض. قطرة الدم تبدو للناظر مجرد سائل أحمر، لكنها تظهر تحت المجهر مُحْتَشِدَةً بملايين الكريات طافية في مائع مائي. كريات الدم الحمراء تنقل الأكسجين، والكريات البيض تُهاجم أي شيء يغزو الجسم من الخارج؛ وتنقل المصورة أو البلازما (القسم السائل) معظم ثاني أكسيد الكربون. يحوي جسم الإنسان البالغ من ٥ إلى ٨ لترات من الدم - خلاياه قرصية أو مُنضغطة أو صُمَيْحِيَّة تُسْتَدَلُّ بالملايين منها أحر حديد كُرَّ يوم.



فِي مُعَلِّمِ النَّاسِ  
 تَوَلَّفَ الْبِلَارِ  
 أَكْثَرُ مِنْ بَصْفِ  
 حُجْمِ سَمِ  
 صِفَةٍ رَافِقَةٍ مِنْ  
 كُرْيَابِ النَّدَمِ الْبَيْضِ  
 وَالصُّفْحَاتِ  
 كُرْيَابِ النَّدَمِ اخْتِزَ  
 يُكْدِسُهُ مُتَرَضُّهُ

## تركيب الدم

اد ذؤمت عینه من بدم فی اُسوب احبار مشرعو کتبه ، سمر  
الکربانه فی دوح الاُسوب ، وبعثوها سامل صغر وئی یذعی انقصوره  
و ایلارم . سالف جلازما من ۹۰ سسه ماء ، وال فی اُفلاح و هو ذ  
عدته صافه رئی بره سلب کاعمر یوحی (شوند النفس) الی یحضر  
بدم ، و یوف بکتابت قل من نصف حجه ادم بصل . و یوف عدد  
تکران الدم الحمر عدد نفس ۳۰۰ الی ۱

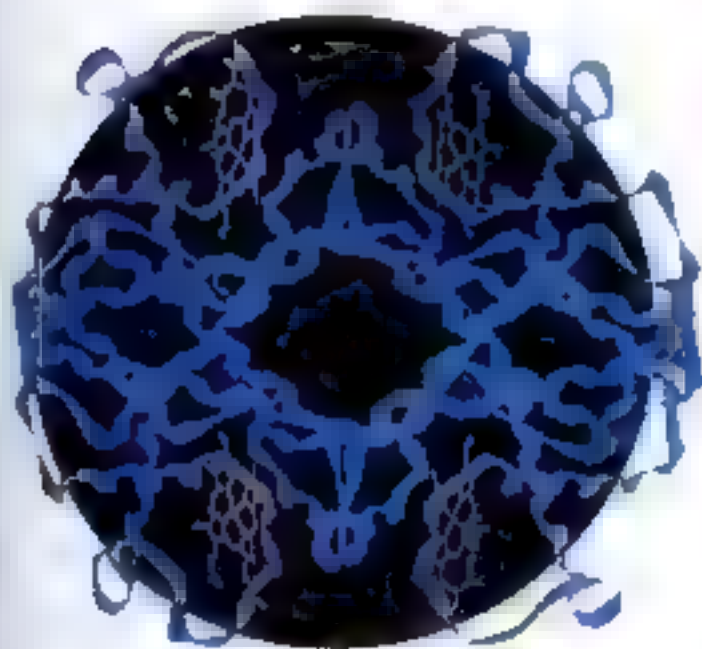
يُغْمَرُ حُرْبَابُ الدِّمِ الْبَحْصُ قَعْدَةً  
سَيْطَهَا بِحِمَتْ تَصْفِدُهُ عُرْ  
خُبْرُ الْبَصْرِ الْأَوْجَعِ بِمَوْتِهِ  
يُنَاجِي الْحَامِيَّ الْمُرْصَةَ



الْقَلَامُ (المَوْصُوفُ)

اليخْمُور (الهيموغلوبين)

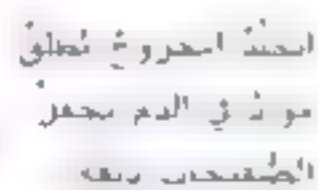
اَخْمُورُ حَقٌّ لَكَ فِي بَابِ اِذْمُ اَخْمُورُ  
 خُمْرُ وَهُوَ يَحْوِي الْحَدِيدَ وَنَحْوَهُ  
 فَعَلَهُ عَلَى سَنَدٍ رَوَاهُ مُؤَلِّفُ مَعَ  
 ثَرَاتِ الْعَرَبِ وَاسْمُ اَخْمُورُ نَحْدُ  
 لَا كَسْحَ عَمَّا يَمُرُّ كُتَاتُ اِذْمُ اَخْمُورُ  
 اَمْ سِمْ وَاسْمُهُ عَمَّا فِي اَعْدَاءِ حَتَمِ  
 الْاَحْمَرِ وَاسْمُهُ عَمَّا فِي كَسَدِ  
 اَكْمُورُ فَصْنَفُهُ عَمَّا يَفُودُ سِمْ رَسْمُ  
 وَهَكَذَا دُونَكَ



ضوءة شديدة حاسوبية تسمى خريزما من  
الحجور الأجزاء الخفيفة هي المجموعات  
جارية الحديد التي تغطيها مع الأكسجين

تَحْتَرُّ (أو تَحِلُّطُ) الذَّم

اد خ ح ج د ه و ز د م ك ب ح ت ه ي م ك ا ل خ ر ج ا ي و ف ب ش ر ف ق ص ص ح ا ش ا ل د م ن ه ر ه م ي  
ا ح ج ا ن ص ب ح د ل ه و م ل ا ص و م ع ا ف ك و ن ه م د د و ح ل ا ل د ل ك س ح و ل ي ر د س ل ل م ي و ح ن  
ا م ر د م ن س ا ن ي ف ر ي س ( م ن س ) م ن ح ل ا س ك ه ح ق ق ه ك ل ه م ن ق ل ف ل م ك ر ي ا ت م د م م خ م ر  
م ي ح ن ف ه ( ح م ر )



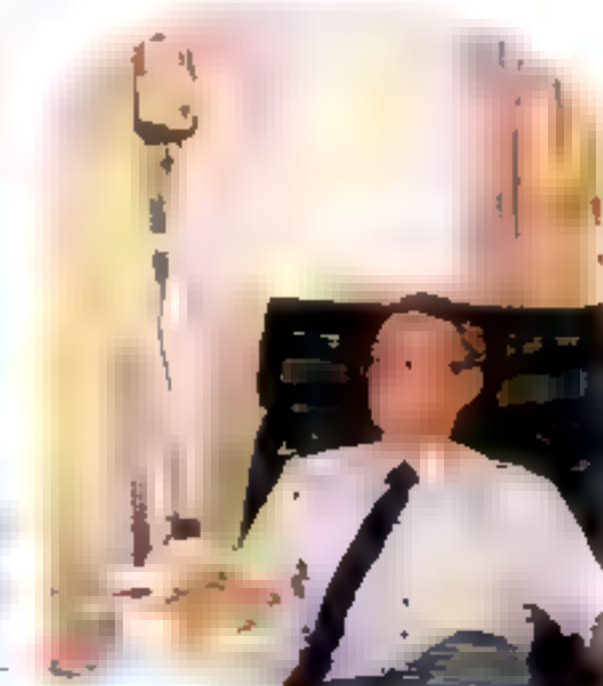
عن ابن عباس رضي الله عنهما قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: «الرجل إذا مات، ترك ثلاثين سنة، فمنها ما كان يعمل في الدنيا، ومنها ما كان يعمل في الآخرة، ومنها ما كان يعمل في الدنيا والآخرة».



لهموسساتر محوى بحسب ذل الحسد  
فحسب الذم ار و لا خسر كما هو مشي في  
هد الكركند النسبه هو بروس قناريس

الكر كند الأرق الدم

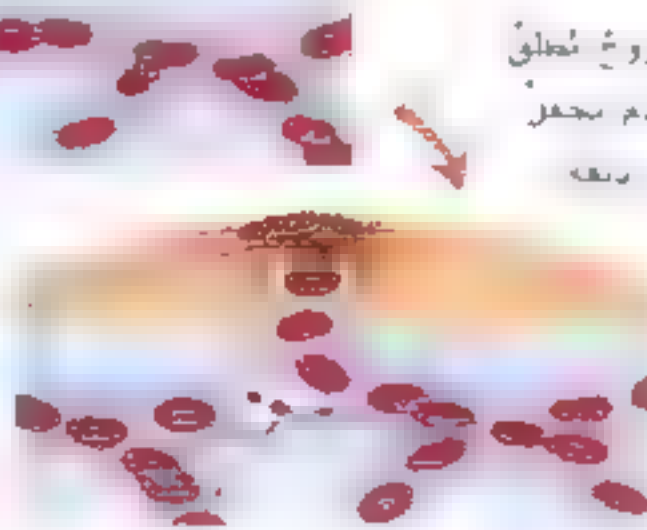
عن ابن عباس رضي الله عنهما قال: قال رسول الله صلى الله عليه وسلم: «الرجل إذا مات، ترك ثلاثين سنة، فمنها ما كان يعمل في الدنيا، ومنها ما كان يعمل في الآخرة، ومنها ما كان يعمل في الدنيا والآخرة».



لَقَدْ بَرَأَ الْإِنسَانَ مِنْ عِظْمٍ مِنْ غُلَامٍ  
مُتَّعَهُ بِرُحْمَةٍ وَأَنْعَسَ يُتَّعِ

فَتَاتُ (أَوْ زُمَرُ) الدَّمِ

مختلف اندک فیلا من شخص الی آخره  
 براساس حاکمیه سو حد علی مشروح نگار  
 اخیر و فی مقدمه (بلافاصله) و بعد از  
 پروپوزال یکصد شعوب الی فیه بدم بشما واد  
 طرح دم من فیه معینه بدم من فیه حریف سلا کمرات  
 بدم اخیر و بر شت بفعل پروپوزال انحصار  
 ، هو حقیق حد اند عینه نظر اند من شخص الی  
 حتم شعوب سائکده من فیه اند اصحیح



مَكْرِيَّةٌ  
مَكْرِيَّةٌ

تَصْلُمُ الصَّعِيدَاتِ مَعًا  
مَنْكُورٌ سَدَا وَيُسْكَلُ  
لَقَرْيَتَيْنِ حَيَوًا حَسَنَ  
كُرَّاءِ الدَّمِ الْخَمَرِ

خُرُوجُ رَمِ بَعْضِ

الحزب من المعلومات الخطر

قصص أمير حجاب ص ٦١  
القصص ص ٣٢٢  
سفر بحري ص ٣٤٦  
انقذ الاموية ص ٣٤٩  
سنة لعلية (في الاحياء) ص ٣٥٠

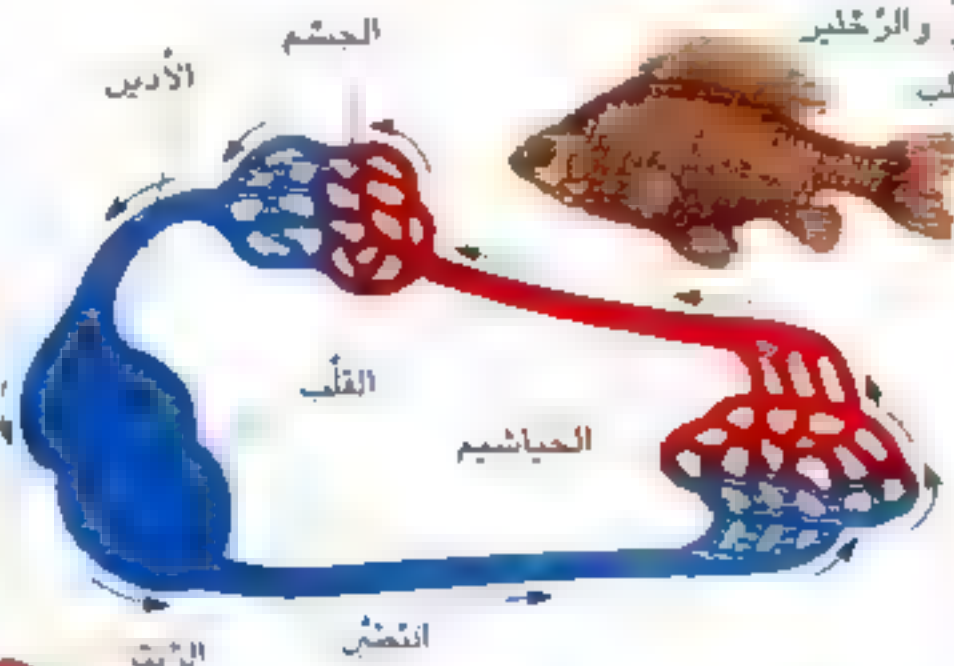


# الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّة

يَخْفِقُ قَلْبُكَ ١٠٠,٠٠٠ مَرَّةً فِي الْيَوْمِ ضَاغِظًا الدَّمَّ عَبْرَ شَبَكَةٍ مِنَ الْأَنْبِيَبِ تَنْقُلُهُ فِي جَوْلَةٍ حَوْلَ الْجِسْمِ. الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْإِنْسَانِ مُقْفَلَةٌ - أَيَّ إِنَّ الدَّمَّ يَدُورُ فِي أَوْعِيَةٍ خَاصَّةٍ مُتَّصِلَةٍ. فَعِنْدَمَا يُضَخُّ الدَّمُّ مِنَ الْقَلْبِ، يَنْدَفِعُ قُدَمًا بِضَغْطٍ عَالٍ يُمَكِّنُكَ تَحْسُّسَهُ بَيَضًا. وَيَدُورُ الدَّمُّ بِسُرْعَةٍ مُدْهِشَةٍ، إِذْ تُكْمِلُ كُرِّيَّةُ الدَّمِّ دَوْرَتَهَا مِنَ الْقَلْبِ إِلَى الرُّكْبَةِ، ذَهَابًا وَإِيَابًا فِي دَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ فَقَطْ. أَمَّا الْحَيَوَانَاتُ الْأَبْطَسُّ، كَالْقَوَاقِعِ مَثَلًا، فَالْجُمْلَةُ الدَّوْرَانِيَّةُ لَدَيْهَا مَفْتُوحَةٌ يَسْرِي فِيهَا الدَّمُّ غَالِبًا عَبْرَ فَجَوَاتٍ جَسَدِيَّةٍ فَسِيحَةٍ، لَا خِلَالَ أَوْعِيَةٍ ضَيِّقَةٍ. وَالدَّمُّ فِيهَا لَا يُضَخُّ بِضَغْطٍ مُرْتَفِعٍ، فَيَتَحَرَّكُ بِطَءٍ وَرُكُودٍ.

## الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْأَسْمَاكِ

يَتَأَلَّفُ قَلْبُ اسْمَكَةٍ مِنْ خَطَرَتَيْنِ فَطْرِيَّتينِ، وَبِشَرِيٍّ لِدَمٍّ فِي حَلْفِهِ أَسْوَوِيَّةٍ وَاحِدَةٍ يَسْرِي الدَّمُّ عَبْرَ الْحَيَاشِيمِ حَيْثُ يَجْمَعُ الْأَكْسِجِينَ، ثُمَّ يَدُورُ حَوْلَ الْجِسْمِ يَرْوِّدُهُ بِالْأَكْسِجِينِ، وَيَأْخُذُ مِنْهُ ثَانِي أكْسِيدَ الْكَرْبُونِ، لِيُجْمَعُ عَوْدًا إِلَى الْحَيَاشِيمِ.



هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق من الرأس ندم مؤفوق الأكسجين. هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى الذراع اليسرى.

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى الراس والعضلات والذراعين إلى القلب.

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى الرئة اليمنى.

الأذين الأيمن

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين من بصفب الجسم الشعشع والرئتين إلى القلب.

الشريان الأبيض

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى الذراع اليسرى.

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى الرئة اليسرى.

هذا الشريان يحمل الدم المؤفوق الأكسجين إلى القلب.

الأذين الأيسر

تغلق الصمامات عند تقاطع الشريان.

الشريان الأبيض

خدرن الشرايين عضلية تشبه

## الْقَلْبُ الْبَشَرِي

الْقَلْبُ بُنِيَ بِضَخَّتَيْنِ تَعْمَلَانِ جُتًا إِلَى جُتٍ، تَتَأَلَّفُ وَاحِدَتُهُمَا مِنْ قِسْمَيْنِ عَضَلَتَيْنِ هُمَا أَذْيُنٌ عُلُويٌّ وَتَطْلِيْنٌ سَفْلِيٌّ فَحِلَالِ نَصَةِ الْقَلْبِ يَنْقَبِضُ الْأَذْيُنُ دَافِعًا الدَّمَّ إِلَى التَّطْلِيْنِ، ثُمَّ فِي لَحْظَةٍ، يَنْقَبِضُ التَّطْلِيْنُ بِدَوْرِهِ دَافِعًا الدَّمَّ خَارِجَ الْقَلْبِ إِلَى الشَّرَائِيْنِ الْحَابِثِ الْأَيْمَنِ مِنَ الْقَلْبِ يُضَخُّ الدَّمُّ الْوَارِدَ مِنَ الْجِسْمِ إِلَى الرُّئَتَيْنِ، فِي حِينٍ يَنْتَقِلُ الْحَابِثُ الْأَيْسَرُ الدَّمَّ الْمُؤَفَّقُ الْأَكْسِجِينَ مِنَ الرُّئَتَيْنِ وَيُضَخُّهُ إِلَى تَقِيَّةِ الْجِسْمِ.

## وَلَيْسَ هَارْفِي

طَبِيبٌ عَرَبِيٌّ، ابْنُ الثَّمِينِ

(ح. ١٢٠٥-١٢٨٨) كَانَ

أَوَّلَ مَنْ وَصَفَ دَوْرَانَ

الدَّمِّ بَيْنَ الْقَلْبِ وَالرُّئَتَيْنِ،

لَكِنَّ عَمَلَهُ لَمْ يُعْرَفْ فِي

أُورُوبَا. ثُمَّ بَعْدَ قَرَابَةِ أَرْبَعَةِ

قُرُونٍ (عَامَ ١٦٢٨) نَشَرَ الطَّبِيبُ

الْإِنْكِلِيزِي، وَلَيْسَ هَارْفِي

(١٥٧٨-١٦٥٧) وَصَفًا كَامِلًا

لِدَوْرَانِ الدَّمِّ حَوْلَ الْجِسْمِ. وَهُوَ لَمْ يَسْتَطِعْ رَوِّدَ

الْأَوْعِيَةِ الشَّرْعِيَّةِ، لَكِنَّهُ اسْتَشْعَحَ وَجُوهِيَّةَ وَجُودِهَا



## الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الضَّفَادِعِ

يَتَأَلَّفُ قَلْبُ الضَّفَادِعِ مِنْ ثَلَاثِ خُجَرَاتٍ: أَذْيُنِيٍّ وَتَطْلِيْنِيٍّ وَاحِدٍ يَسْرِي دَمُّ الصَّعْدِ فِي دَوْرَتَيْنِ إِحْدَاهُمَا عَبْرَ الرُّئَتَيْنِ لِأَكْسَابِ الْأَكْسِجِينِ، وَالْأُخْرَى حَوْلَ الْجِسْمِ لِنَبْذِهِ وَعِنْدَ عَوْدَةِ الدَّمِّ مِنَ كِلَا النُّوْرَيْنِ يَحْتَضِرُ خُرْنِيًّا قَبْلَ إِعَادَةِ صَحِّهِ

الشَّعْبَرَاتُ هِيَ الْأَوْعِيَةُ الْوَحِيدَةُ

الَّتِي، بِرَفْعَةِ خُدْرَانِهَا، تُبْعِثُ

لِلْعَوَاذِ، كَالْأَكْسِجِينِ وَالْهُرْمُونَاتِ،

مُعَادِيَةَ الدَّمِّ إِلَى الْخَلَايَا.

خُدْرَانُ الشَّرَائِيْنِ غَضَلَتُهُ يُلْفِيهَا عِلَافٌ

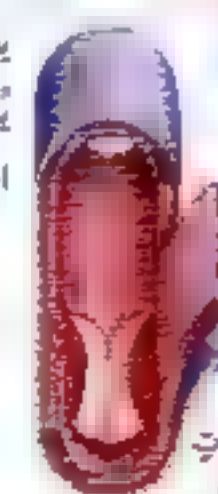
خَارِجِيٌّ قَدِيمٌ - وَهَذَا يُمَكِّنُهَا

مِنْ أَحْتِمَالِ الضَّغْطِ الْعَالِيَةِ.

الْأَوْرِدَةُ أَوْ قِيَّ جُدْرَانًا مِنْ

الشَّرَائِيْنِ، وَهِيَ مُخْطَرَةٌ بِصِمَامَاتٍ

تُغْنِي شَرَيَانِ الدَّمِّ أَحَادِيثَ الْإِتِّحَادِ.



## الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ الْبَشَرِيَّةُ

يَقْسِمُ الدَّوْرَةُ الدَّمَوِيَّةُ فِي الْإِنْسَانِ، كَمَا فِي سَائِرِ الثَّوَوَاتِ وَالطَّيُورِ، إِلَى دَوْرَتَيْنِ رَتَوِيَّةٍ وَحَدَرِيَّةٍ. فِي الْأَوَّلَى يَسْعَى الدَّمُّ مِنْ يَضْفِيفِ الْقَلْبِ الْأَيْمَنِ إِلَى الرُّئَتَيْنِ حَيْثُ يَكْتَسِبُ الْأَكْسِجِينَ وَيُصْبِحُ أَحْمَرًا قَائِمًا. وَفِي الثَّانِيَةِ يَنْتَقِلُ الدَّمُّ مِنْ يَضْفِيفِ الْقَلْبِ الْأَيْسَرِ إِلَى سَائِرِ أَجْزَاءِ الْجِسْمِ يَرْوِّدُهَا بِالْأَكْسِجِينِ، وَيَأْخُذُ مِنْهَا ثَانِي أكْسِيدَ الْكَرْبُونِ - فَيَقْدَمُ مَقْضُومًا الْأَكْسِجِينِ أَحْمَرًا قَائِمًا

## لمزيد من المعلومات انظر

التَّحْقِيقُ ص ٣٤٧

الدَّمُّ ص ٣٤٨

السَّنَةُ الدَّائِلَةُ (فِي الْحَيَاةِ) ص ٣٥٠



# البيئة الباطنية (في الأحياء)

العالم من حولنا دائم التغير؛ فالهواء قد يبرد أو يسخن. وقد يهطل المطر أو يكون الطقس مشمسًا وحارًا. أمّا في باطن الجسم، فالظروف البيئية تظل في الغالب هي نفسها من يوم لآخر؛ فدرجة الحرارة هي نفسها على الدوام تقريبًا، والمزيج الكيماوي الذي تحيا به خلايا الجسم يبقى ثابت التركيب. وهذا لا يعني أن الجسم لا يتغير أبدًا؛ فهو يجري، طوال الوقت، تعديلات بسيطة في بيئته الباطنية. فالأعصاب والهرمونات (المراسيل الكيماوية) تعمل معًا لإبقاء ظروف الجسم الداخلية في وضع الاستقرار. وهذا الاستقرار الداخلي (أو الاستتباب) هو من خصائص الكائنات الحية العليا.

## الإفراغ

الكائنات الحية كُنْها بحاجة إلى استخلص من الفضلات؛ ويُعرف هذا بالإفراغ. فحين تُفرغ ناسي أكسيد الكربون ونماء غير الرئتين، وتُفرغ المرشحات لتُروحية والأملاح والماء في التبول، وبعض الأملاح والماء في التعرق. وتحتض أيضًا من مخلفات الطعام غير القابلة للهضم بالبراز. لكن ذلك ليس إفراغًا أيضًا؛ لأن هذه الأجزاء لا تتغير خلايا مُطلقًا. والإفراغ عملية مُهمّة جدًا لأن الفضلات قد تُسمم الجسم في الجسم السليم تعمل الخلية العصبية والهرمونات على عدم تراكم الفضلات مُطلقًا.

## الإفراغ في الثبات

الثبات أيضًا يحتاج إلى استخلص من الفضلات كما أنجبوت فناء الجسم لصوتي. يُلغى السبات فضاء الأكسجين من أورفا. كما يُخرج بعض الثبات الفضلات الحادة في خلاياها. فالخلايا المُتتة أعلاه من بعض ثوم قد اخترت بلورات أكالات الكالسيوم كنتاج فضلة

## ذوات الدم البارد

الأسماك والزواحف والبرمائيات والحيوانات الخارجية (الإحار) (باردة الدم) تعتمد على مصادر خارجية لتسخن أجسامها. وهكذا فإن درجة حرارتها ترتفع وينخفض بدرجة حراره مكانها. والكثير من هذه الحيوانات تغير درجة حرارتها بتمط سلوكه. فتتعرض العظاية مثلًا للشمس في الطقس البارد، وتقع في الظل في الطقس الحار.

## ذوات الدم الحار

الطيور والثدييات والبرمائيات والحيوانات الداخلية (حارة الدم) تولد الحرارة داخليًا من خلال الأيض، فتحتفظ درجة حرارتها ثابتة وهي عادة أسخن من بيئتها. والحيوانات الداخلية الإحار تظل نشطة حتى في الطقس البارد؛ لكن أحاسنها تتطوّر مقادير كبيرة من العناء (الوقود) لتحقيق ذلك.

## تنظيم درجة الحرارة

ما لم يكن مريضًا، فإن درجة حرارة جسمك ثابتة على 37°س وتتولد الحرارة من احتلال العناء خلال التنفس لخلوي، وهي تُفقَد باستمرار في الوقت نفسه فودا فقد الجسم حرارة أكثر مما يُنتج، يُرسل الدماغ نوا إشارات إلى الجسم لزيادة إنتاج الحرارة كما يمتع شروب بعضها بتصديق لأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد مما يجعل شعر البدن يقف قشعريرة. أمّا إذا وُجد الجسم حرارة أكثر مما ينبغي، فعندئذ يبدأ التعرق

النحاس مادة صلبة صغيرة عظيمة الأهمية. تتصل بقاعدة الدماغ وتنتج عددًا من الهرمونات وتُنتج عددًا آخر لتُحرر الهرمونات الحاضنة. وتربط الوطاء، الجاور للدماغ، جُذلة العُدو الضم بالحملة العصبية في الجسم.

الغدة الدرقية تُفرز الثرقين، وهو هرمون يُنظم النمو، وشرعة احتلال العناء لاستعانت الطاقة.

يسبب السكر بوش فرموبس بحكمات مستويات السكر في الدم. فالإنسولين يجعل الخلايا تستهلك قريبًا من الجلوكوز، كما يشوّر الكبد على سحب الجلوكوز من الدم فيما يعمل هرمون الجلوكاجون على حزن انكسار ثمد الدم بمرجع من الجلوكوز.

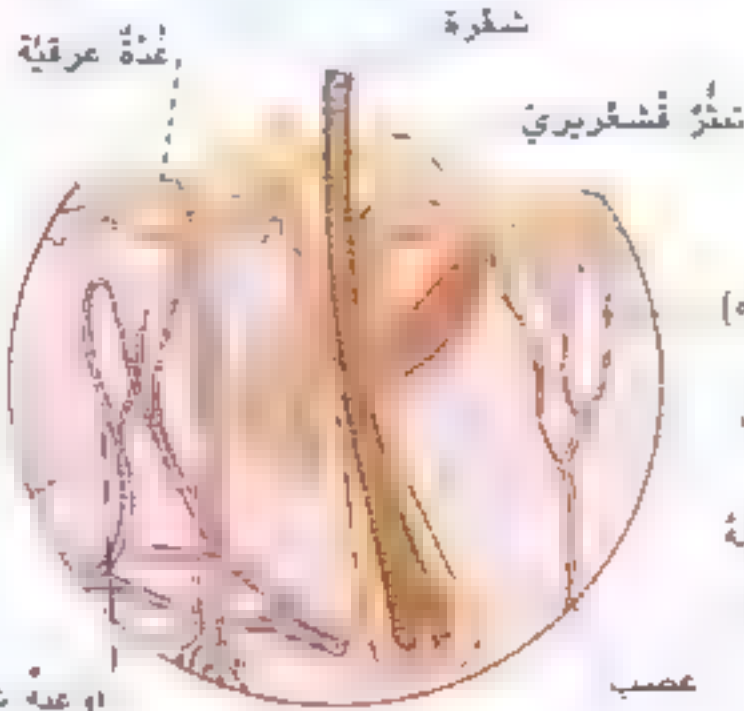
في شتى أنحاء الجسم ينشأ شبكة من لانيبي سعي الخلية العصبية تنقل المانع اللعني المنسرب من الاوعية الشعرية، مُرشحة لار الحلايا والخسيمات القريبة. ويُعاد النقص المُرشح إلى الدم غير قنات قرب القلب.

الغدة اللمعية هي امتدادات مسمية في الخلية العصبية حيث تُخرج كُرثات لدم النيس الحرائم وارا امحج الجسم بالسكربا و نغرض للسلم. من بذعه اعص مثلا، فإن الغدة العصبية تنصلح عادة

الدم أحد أكثر المواد أهمية في لجامعه عر استقرار البيئة الداخلية فهو يحمل الأكسجين إلى الخلايا، ويأخذ منها الفضلات. ويقلل السكر بودية. كما يحمل جميع المراسيل الهرمونية من الخلايا والبا

## القشعريرة (الارتعاش)

أد برد حشمت كثير، يُرسل دماغك إشارات إلى بعض عضلاتك ستمص أو ترتعش وهذا الارتعاش يُؤد حرارة تُدفئ الجسم. وهي الوقت نفسه، نصق لأوعية الدموية القريبة من الجلد، فمتع شروب الكثير من حرارة الجسم غيره



## قفوف الجلد (قشعريرة)

إحدى العلامات الأولى للإحساس بالبرد هي قفوف الجلد. تنوءات تنبؤية على سطحه. وتظهر هذه السوءات لأن عضلات دعمة ثقف شعر البدن قشعريرة



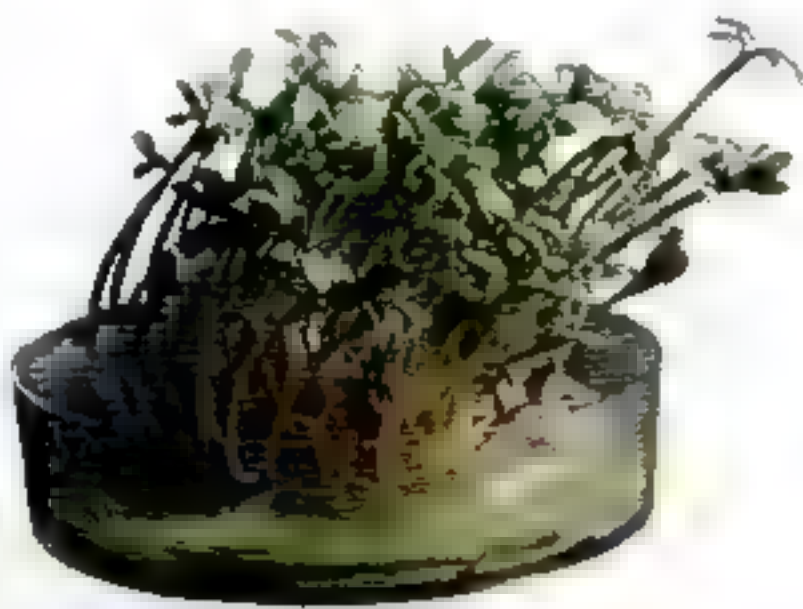


## مراقبة الجسم

دماغك مراقب دائم لبسنة جسمك الباطنية  
فكرة من يرقب على الدوام تركيز ثاني أكسيد  
الكربون في الدم، ويريد شرعه ينشأ رد  
الركيز كنزاً كما يضبط حرارة جري من  
الدماع به الماء في الدم ودرجه حرارة  
الجسم، وسواء من الظروف الحيوية

## الهرمونات

الهرمونات مواد تحمل رسائل فعبه في نحيوانات  
تقرر العدد النظم هرمونات نصبت مباشرة في مجرى  
الدم لدور حوياً الجسم وعندما ينشأ الهرمون لحلايا  
المستهدفة تبد بتغير رساله تذا ينشأ الجسم أكثر  
من ٥٠ هرموناً مختلفاً، بعضها ينظم مسووبات المواد  
المهمة في الدم، وأخرى تتحكم في طريقه نمو الجسم  
ونموه ويعمل الهرمونات عادة زواجا واحداً  
تأثير مضاد للآخر



### الهرمونات في النبات

دا وصفت أصيبت باقويات على أشكته  
بالده، من ليدرب سحي بالده  
نصوه ويحدث ذلك لأن الهرمونات  
تفرزه نساء سحمت على حرك العنص  
تعد عن الصبر فسحي الهرمونات  
سبباً يحكم نمو وسطور عتاً بعض  
الهرمونات يتفرز نمو البنية والهرمونات  
أخر تجعل الأوراق تنسقط في الحريف  
نظر العسل (أبيسل ملبيرا)



مع كل رفير، تنتعث رتاك ثاني أكسيد  
الكربون وتحرر الماء (هذا التحار يصنف  
لرجاح لو رعتة عليه)

كذلك نعمل كترشح  
وكمضيق كيميوي، فهي  
تزيل حلايا الدم الضخن  
اسالفة وتحتزن حديدها  
وتضبط الكبد أيضاً مستوى  
الغلوكوز في الدم، كما تصنع  
البروتينات التي تحفز الدم

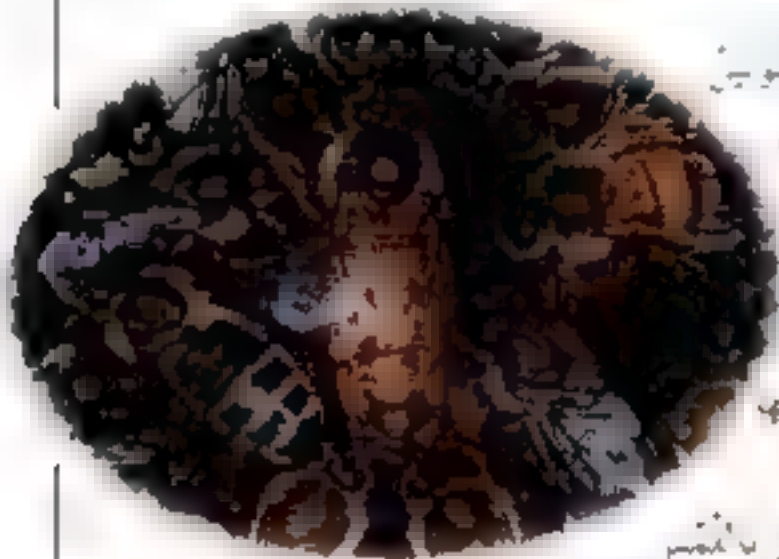
### حلقات التنظيم الراجع (التغذية المرتدة)

الأنسولين والغلوكاجون هرمونات يتحكمان في مستوى غلوكوز في الدم فالانسولين  
يخفض مستوى غلوكوز الدم، سدا الغلوكاجون يرفعه هذا الهرمونان يشكلان  
حلقة تنظيم راجع، لأن كلا منهما يؤثر في أويانتر ما يفعله الآخر

### الاتصالات الكيميائية

بعض نحيوانات تضيق كمنوعات، تدعى هرمونات، من من بها  
بعضها مع بعض فاحسرات الاحمعة، كالتنخل والتسل  
والأرض، نوصف هرمونات بها، بعضها إلى بعض، عبر الهواء بالتمس  
مسكة نحي من مسكة التحفة (حلقة التحل) بالهرمونات  
في نضفها

ترشح كساب الدم  
مستضف من حرره المانع  
ويستخلص البول من  
الفصلات وفانصر الماء فيه

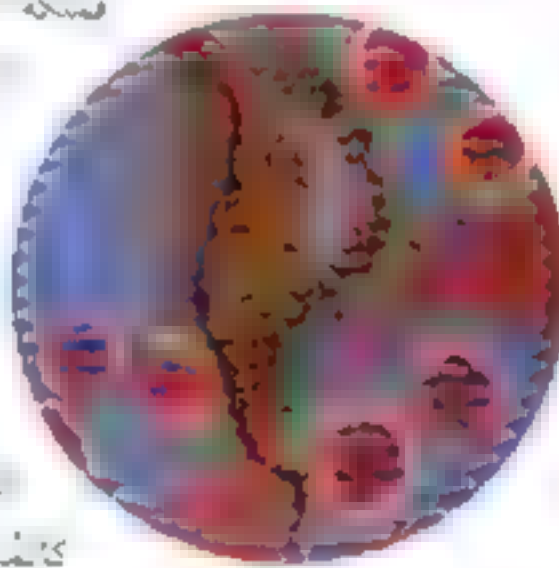


ملك الشجر

### الدفاعات

#### المتحركة

كثيرات هذه السط  
هي حرس الجسم ضد  
عمر منها نوع نفعي،  
كأنه علاة يفرز وسهه



مزا من الكرك العفديه هذه النعمت نضل عبر الدم  
وحشم وبلغ الحرائيم وفي هذه نبات نضل آخر  
نموية مصنع احسام مضادة، وهي كيمويات يروسه،  
نصلو بالعدايات ونغضي عنها

يساعد لسوق على ترميد  
الجسم ويحوي لعرق  
املاحا تجعل مداى الحلد  
مالخا معد السعال

### كلود برنار

كان العالم الفرنسي، كلود برنار (١٨١٣-  
١٨٧٨)، من أوئل الذين درسو انسيوبوحيه  
(علم وظائف الأعضاء)، وعرفو بكامل عمل  
أعضاء الجسم في المحافظة على استقرار بيئته  
الباطنية، فقد اكتشف أن الغلوكوز،  
الذي هو المضطر الرئيسي لنطفه  
في الجسم، يخزن في كبد  
كغليكوجين، ثم يفرز عند  
حاجة الجسم إليه كما درس  
عملية الهضم، وتأثير  
الحقار على وظائف  
الجسم والخصلة  
العصية



### مكافحة الأمراض

جسم الإنسان موبل مثالي للمضغبات المستهزئة،  
كالبكتريا، لأنه يوفر لها الدفء والعداء ونمحافظة  
على استقراره الداخلي مستخدم الجسم نظامه  
المصاعني لمكافحة تلك الحرائيم والحيارات الدموي  
والنمفي عظيم الأهمية في هذا المجال فكثير من الحرائيم التي  
تدخل الجسم بغيرها كثرات الدم البيض وسلفها، وكثير سواها  
نجاحها بروتينات نظام المناعة المعروف بالأحسام المضادة  
ونسها والنظام المصاعني ينهل عليه العصاة على هذه الحرائيم فما  
لو عدت لمهاجمة الجسم ثابة بفضل أسحابه المدركة لركيبه  
الكيمائي، ونعرف هذا بالمناعة التحصينية

لريد من المعلومات انظر

- الحرائيم (الكرك) ص ٣١٣
- استقل الحيوي ص ٣٤٦
- الدم ص ٣٤٨
- النمو ومرجه ص ٣٦٢
- جندق ومعلومات ص ٤٢٢



# الهياكل الداعمة

الهيكُلُ يَسُدُّ جَسَدَ الحيوان، ويؤلَّفُ إطارَ دَعْمٍ يَحْمِيهِ وَيُحَافِظُ عَلَى شَكْلِهِ، كما يُوفِّرُ لِلْعَصَلَاتِ مُرْتَكِزًا تَتَّسِدُ إِلَيْهِ. مُعْظَمُ الحيواناتِ المألوفة ذاتُ هياكلٍ دَاعِمَةٍ من مادَّةٍ صُلْبَةٍ كالْعَظْمِ أو المَحَارِ، وَكُلُّمَا كَبُرَ حَجْمُ الحيوانِ وَوزَنُهُ تَزَادُ حاجَتُهُ إلى هيكَلٍ دَعْمٍ أَقْوَى وَأَمْتَن. والكثيرُ من الحيواناتِ الصَّغِيرَةِ لها أيضًا هياكلٌ دَاعِمَةٌ، لَكِنَّهَا لَيْسَتْ بِالضَّرورةِ صُلْبَةً الأجزاء دائِمًا. فَدَوْدَةُ الأَرْضِ مِثْلًا، عَدِيمَةُ العَظْمِ، وَهِيَ تَدْعِمُ جِسْمَهَا بِالضَّغِطِ البَاطِنِيِّ؛ حَيْثُ تَضْغُطُ مَوَاطِنُ الجِسْمِ عَلَى الجِلْدِ، كما الهَوَاءُ دَاخِلَ إِطارِ مَطاوِيٍّ، كَهَيْكَلِ هَيْدُرُوسَاتِيٍّ يُمَكِّنُهَا مِنَ الإِنجِحَارِ فِي الثَّرَةِ.

الشرطان النضوي ذو دُرَجٍ مُقَشَّبٍ يُغْطِي رَأْسَهُ - بحيثُ العِيارُ في أعْلَاهُ، والأرجلُ بِأسْفَلِهِ وينسَلِجُ الشرطانُ كُلُّمَا نَمَا.

دليل شوحي

النض

يَتَلَفَّ جَسَدُ لَفْتِ الأَرْضِ من شِدَمٍ كَثِيرَةٍ تَتَفَصَّلُ وَاجِدَتْهَا بِالْأَحْزَى لَشَيْعٍ لِلحيوانِ التَّلَوِّيِّ وَاللِّتَافِ. وَلَا يُدْ لَهُدِ المَفَصَّلَاتِ مِنَ الانْسِلَاجِ كَيْ تَنْمُو

## العيش المُعَلَّب

الهيكُلُ الخَارِجِيُّ لَهُ مِيراثُهُ الإِيجَابِيَّةُ وَالسُّبِيَّةُ فَمِنْ حَيَاتِهِ أَنَّهُ يَحْمِي صَاحِبَهُ مِنَ لَادِنٍ،

وَيَحْمِلُ مِنَ الْعَمَلِ عَلَى لُتْعَصِيَّاتِ المُفْرَضَةِ مُهَاجَمَتِهِ. وَهِيَ لَحْوِيَّاتٌ تُزَيِّدُ الْعِيشَ تَدَاعًى هَيْكَلُ الخَارِجِيُّ فِي غَدَمِ نَقْصَابِ حَيَاتِهِ مِنَ الْمَوْتِ أَسْلَبَ هَيْكَلِ أَحَدٍ حِينَ هَلُمَّا كَرِهَتْهُ تَبَلًا حَيَاتِيَّةً بِحَاضِيَةٍ عَلَى الْبَرِّ كما أَنَّ مِنَ الضَّرُورِيِّ إِخْرَاجَهُ مِنْ بَدَنِ صَاحِبِهِ فِي بَعْضِ لَحْوِيَّاتِ وَحَلَالِ عَمَلِهِ الأَسْلَاحَ بِسَلْبِ هَيْكَلِ الخَارِجِيِّ، وَتَتَلَبَّ لَحْوِيَّاتُهُ، كَيْ سَهِّلَ هَيْكَلُهُ أَحَدَهُ لِقَائِيٍّ تَحْتَهُ وَعَلَى "الحيوانِ حَسْبَ أَنْ يَحْسِيَ فِي مَكَانٍ مِنْ بَحْثٍ لَاعَدَهُ حَتَّى يَنْتَوِ هَيْكَلُهُ أَعْضَى وَبَصَلَتْ

مفاصلُ بَدَنِ

خُفَّيَّاتُ مَزَكَلَتِهِ

تَدَلَّفُ مَفَاصِلُ مِنَ سَبِيحٍ مَرَّ ثَبَتُهُ لَحْوِيَّاتُ تَحْرِيكُ أَقْسَامِ جِسْمِهِ المَحْبُثَةِ بِسَهْوِلَةٍ

لُحْنُ الخُفَّيَّاتِ مُعْطَاةٌ بِصَفَاحِ أَكْثَرِ أَطْلُفِهِ كَقِيَّةِ جِسْمِهِ، وَتُحْصَرُ المَفَصَّلَاتُ الَّتِي تُحْرَلُ الأَرْضَ بِسَاحِرِ صَفَاحِ لَشُدَّةِ الَّتِي تَلِيهَا

يُلْغِ المَحَارُ مَحَارَتَهُ بِمُخْلَافِ الحِصَى وَالعُشْرَتِ، لَيْسَتْ بِسَاحَةِ إِلَى الأَسْلَاحِ، لَنْ أَصْلَاقِهَا يُكَلِّزُ مَعَ بَدَنِ الحَيَوانِ



## الهياكل الخارجية

لَكثيرٌ مِنَ التَّنَسُّرِيَّاتِ دَلٌّ هَيْكَلٍ سَطْحِيٍّ يَدَلُّ مِنَ فُتْرَةٍ ضَمَّنَ بَدَنَهُ الحَيَوانِ مِنَ الخَارِجِ. هِيَ حَشْرَاتٌ وَمَفَصَّلَاتٌ لِأَحْزَى سَكُونِ الهَيْكَلِ الخَارِجِيِّ مِنَ صَفَاحِ جَسَدِيٍّ مَرَّةً تَحْمِلُهَا مَدَامَتُهَا وَهَذِهِ الصَّفَاحَةُ لَا تَتَغَيَّرُ حَقِيقَتًا بَعْدَ لُكُونِ لَدَا تَقَرُّغِ الخَشَرَةِ هَيْكَلِهَا الخَارِجِيِّ كُلُّمَا نَمَتْ، وَتُحْتَلِزُ هَكَذَا أُخَرُ وَهِيَ أَحَدُهَا يَنْطَوِي لِجَدْحِهَا الأَعْمِيَّاتِ، كَحَشْرَاتِ عَمَدَتِهِ فَوْقَ الجَدْحِ مِنَ الحَفَّيَّاتِ الرُّفْقِيَّاتِ وَبَحْمِيَّاتِهَا

## الكيتين

يَدَلُّ هَيْكَلُ الحَشْرَاتِ الخَارِجِيَّةِ مِنَ مادَّةٍ قَرِيْبَةٍ تُدْعَى الكَيْتِين، مُتَرَاصَّةٌ فِي طَبَقَاتٍ تَتَعَارَضُ أَلْفَافُهَا المَتَوَازِيَّةُ فَتَحْمِلُ الهَيْكَلُ الخَارِجِيَّ شِدَّةَ المَنَاهِ

## الدَّعْمُ فِي الثِّبَاتِ وَفِي المُتَعَصِّياتِ الوَحِيدَةِ الخَلِيَّةِ

الْحَلَايَا ثَابِتَةٌ حَقِيقَتًا بِدَعْمَةٍ بِسُتُولُورٍ وَيَحْوِي الكَثِيرُ مِنَ الْحَلَايَا الخَلِيَّةِيَّةِ أَيْضًا مادَّةً عَاسِيَّةً تُدْعَى الخَشِينُ (الْمُجَسَّسُ) وَتَحْمِلُ هَذِهِ الدَّعْمَ بِمِثْلِ بَطْنِ الأَشْجَارِ قَدَمَةٌ مُنْصَحَةٌ وَتُكُونُ المَحْبُثَاتُ الخَشَرِيَّةُ الوَحِيدَةُ لَحِيَّةً، مِنَ المَشْطُورَاتِ (الْمُتَوَازِيَّاتِ)، هَيْكَلُ حَمَلَةٍ مِنَ الشَّلَكِ (مَعْدِنٌ لَدَى بَدَنَتِهَا مِنْهُ الرُّمْلُ) وَتَحْتَفِظُ أَشْكَالًا هَذِهِ لِهَيْكَلِ مِنَ بَوَاحٍ لِأَحَرِ

أَشْجَارُ التَّجْدِيلِ

مَشْطُورَاتُ (مَدَامَتُهَا)

ظُرْفُ المَحَارَةِ السَّاقِ

مَحَارَةُ قَدَمِ دُرٍّ لَحَافٍ كَثُرَ

مَحَارَةُ بَاشِيَّةٍ مَسَّةٍ اللَّفَافَاتِ

## المحار

الرُّخْوِيَّاتُ بِحَصَالَتِهَا هَيْكَلُ خَارِجِيٍّ صُلْبٍ هِيَ مَحَارَاتُهَا، وَتَتَلَفُّ هَذِهِ المَحَارَاتُ أَوْ الأَصْدَفُ مِنَ كَرُونِ الكَالْسِيُومِ المَحْدَثَةِ وَمَعَ بَدَنِ

الْحَيَوانِ الرُّخْوِيِّ، يَسْمُرُ فِي أَصْلِهِ مَعْدِنٌ بِسُيُفِهِ مَحَارَتِهِ، فَكَبُرَ بِرَبْحَتِهِ وَبَرْدَ لَدُنْهَا وَتَنْشَعُ فَسْحَتُهَا لَدُنْهَا وَهَكَذَا يَسْتَصْغِرُ بِحَيَاةٍ الرُّخْوِيُّ لِاحْتِفَافِ هَيْكَلِهِ الخَارِجِيِّ طَوْنَ حَيَاتِهِ، دُونَ أَنْ يَفْرَحَهُ كَمَا يَفْعَلُ الحَشْرَاتُ وَالتَّنَسُّرِيَّاتُ







## الجلد

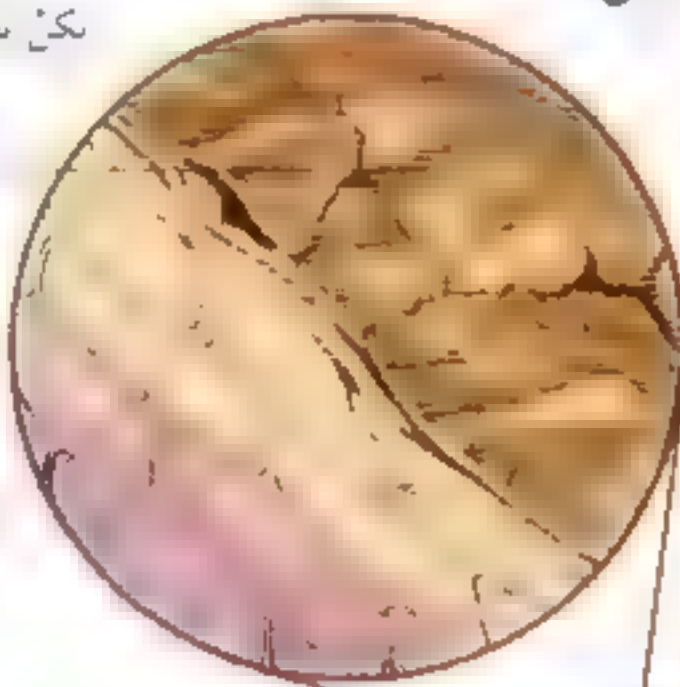


### الاغتذاء بالجلد

يقترخ الناس ملايس الحلايا امته من سطح خلودهم يومياً، فتمتدح مع الغار وبقوة عدة تحت الغار لتزوي بدقيو هذه الثغ غير مؤذية عادة، لكن نفس الناس بأرخون بدقها

حلايا اسطح تتأكل تدريجياً تحت سطح حلايا جديدة من الاسفل، وتدوم الحليئة قرابة اربعة اسابيع،

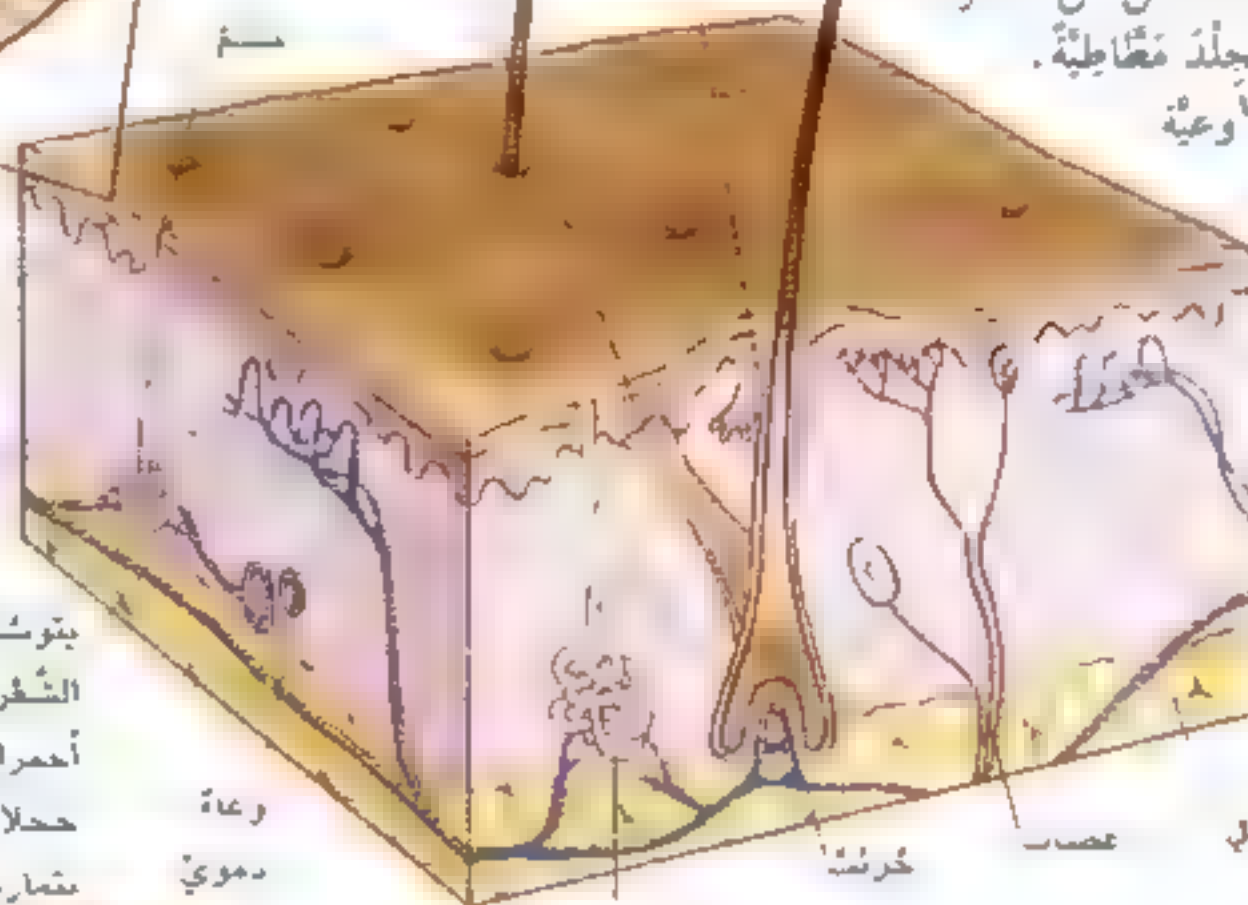
تغرق الطبقة الميتة حوالي ٢٥ حليئة



الشعر والظافر والمخالب والحوافر والزيت تتألف جميعها من بروتين الكراتين

العصاة ناصية الشعر

غدة زهمية (زيت)



### باطن الجلد

يتألف الجلد من طبقتين هما البشرة والأدمة. البشرة هي الطبقة الخارجية، وتتواجد في دجديها طبقة مفردة من الخلايا الدائمة الإقسام. وخلال أنضغاطها ضغداً، تموت الخلايا الجديدة مكونة على سطح الجلد طبقة مائية. أما الأدمة فهي الطبقة السفلية، فالتخس من البشرة بكثير، وتحوي الياف مرنة تكسب الجلد مفاطبة.

كما تحوي أيضاً جزيئات الشعر والأوعية الدموية ونهايات الأعصاب لحساسة والذهر، إضافة إلى غدد العرق وهذه الغدد تبعث إفرازه الرئيسي إلى سطح جلد عن مسامه، فتتقيه صرباً

مقطع عن الجلد البشري

طبقة الخلايا الدهنية تشبه في الجفاد على يفو الجسم.

### التجاعيد (المصون)

إذا قرضت جلدك ثم حبسه، فسرعان ما يبرد مسعداً شكله وهذا عائد إلى أن ادمة الجلد تحوي بروتين سب يتمط كالمطاط لكن مع تقدم السن يفقد جلد مرونة، وبأخذ الحاد بالههور

يتوسع الوعاء الشفوي عند أحمرار الوجه جحلا أو القيام بشمارين مشهدة.

وعاء دموي

غدة عرقية

خزينة شفرية

عصار

### الحراشف

حراشف المراكمة تعطي جلد في معظم الأسماك لحمايه هذه الحراشف تنمو من لأدمه، وساتت من عظم وأنسجه أخرى معظم الأسماك العظمى ذات حراشف مستديرة ترفعها صلبة ملساء. سب حراشف سمك القرش صغيرة فنية تكسب خلوده سحة مرشنة كورق الشفرة



تتولد الحراشف المراكمة بعضها من عصب عيني حذا الشمك مرنا موعاً زعم عضلات الصلب

### بصمات الأصابع

الجلد على راحتي يديك وأخمصي يديك تحززه خلود دونه تكسب جلد فنية فصل لإمساك الأشياء. إن مط هذه خلود فريده شمر. بكمز سوه. نكر شدة بطل تات لا يمتز



### لون الجلد

بعض حيوانات تستطيع تغيير لون جلدها فالحبار (السندح) مثلاً، يغير لونه بغير حزم فطيرات حادة في جلده. أما شمر فتكسب خلودهم لونها من حبض يدعى انصامين (أو لمالين)، يتكوّن تحت سطح الجلد مباشرة. وتحوي خلود بعض الناس حبض انكاروبين أيضاً في الأدمة وهكذا فإن خلود البشر لا تختف إلا بكمية الحبض التي تحويها



### لمزيد من المعلومات انظر

- انتقال بحر ره ص ١٤٢
- تخونات ص ٣٢٤
- الأسماك ص ٣٢٦
- لزو حب ص ٣٣٠
- الظهور ص ٣٣٢
- لغة الطبيعة (في الأحياء) ص ٣٥٠

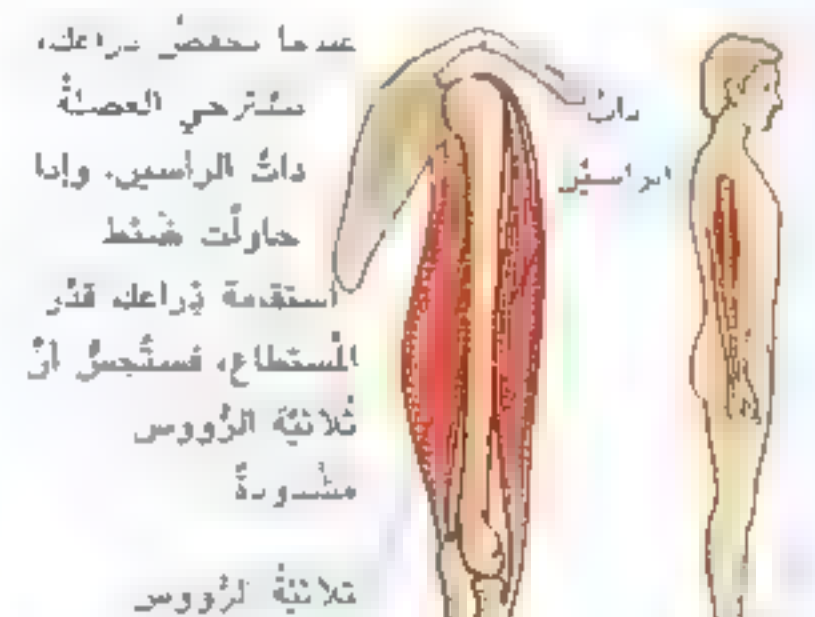


## العضلات

تُكَوِّنُ الْعَصَلَاتُ حَوَالِي نِصْفِ وَزْنِ الْجِسْمِ، وَهِيَ الَّتِي تُحَرِّكُهُ. بِإِنْقِبَاضِهَا تَسْتَطِيعُ الْعَصَلَاتُ الشَّدَّ سَحْبًا لَا دَفْعًا. لِذَا، فَمُعْظَمُ الْعَصَلَاتِ مُنَظَّمٌ أَرْوَاحًا أَوْ مَحْمُوعَاتٍ تَسْتَطِيعُ الشَّدَّ فِي أَتَجَاهَاتٍ مُضَادَّةٍ. فِي الْفَقَارِيَّاتِ (دَوَابِ الْعُمُودِ الْفِقْرِي) ثَلَاثَةُ ضُرُوبٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الْعَصَلَاتِ. فَالْإِرَادِيَّةُ (أَوِ الْهَيْكَلِيَّةُ) مِنْهَا مُحَظَّطَةٌ غَالِبًا وَتَرْبِطُهَا بِالْعِظَامِ أَوْ تَارٍ مَتِينَةٍ، وَهِيَ عِنْدَمَا تَتَقَبَّضُ تُحَرِّكُ جُزْءًا مِنَ الْجِسْمِ. هَذِهِ الْعَصَلَاتُ نَتَحَسَّسُهَا بِسُهُولَةٍ لِأَنَّهَا إِرَادِيَّةٌ تُحَرِّكُهَا مَتَى شِئْنَا. أَمَّا الْعَصَلَاتُ الْإِرَادِيَّةُ فَمَلَسَاءُ تُوجَدُ فِي الْقَنَاةِ الْهَضْمِيَّةِ وَالْأَوْعِيَةِ الدَّمَوِيَّةِ. وَهِيَ مُهِمَّةٌ فِي عَمَلِيَّةِ التَّمَعُّجِ لِتَحْرِيكِ الطَّعَامِ وَالسَّوَابِلِ فِي الْجِسْمِ. أَمَّا النَّوْعُ الثَّالِثُ فَمُحَظَّظٌ لَا إِرَادِيَّ، وَيَتِمَثَّلُ بِعَصَلَةِ الْقَلْبِ فَقَطْ الَّتِي تَعْمَلُ بِلِقَائِيَّاتٍ، بِإِنْقِبَاضٍ وَبِإِسْطَا، بِإِنْتِظَامٍ دُونَمَا كَلَّلِ.

## العضلات البشرية

يحتوي جسم الإنسان حوالي ٦٦٠ عظمة، دية، سري فيها  
مدد و عظم من دة، فوقها لأكسجين و الحديد  
والعضلات تنحصر بالانقباض، ثمك الجسم يحوي أربعة  
أخماس طاقتة الحرارية



الحركات التي يقوم بها  
 رُوحٌ واحدٌ من  
 العضلات قليلةٌ جداً  
 فتعظم الحركات تقتضي  
 عملَ عدةِ عضلاتٍ معاً  
 فليس مدياً بحيث  
 يمرَّ بهنَّ عضلاتٌ  
 غيرُ الأخرى

مشرکہ  
ارادہ  
محضہ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

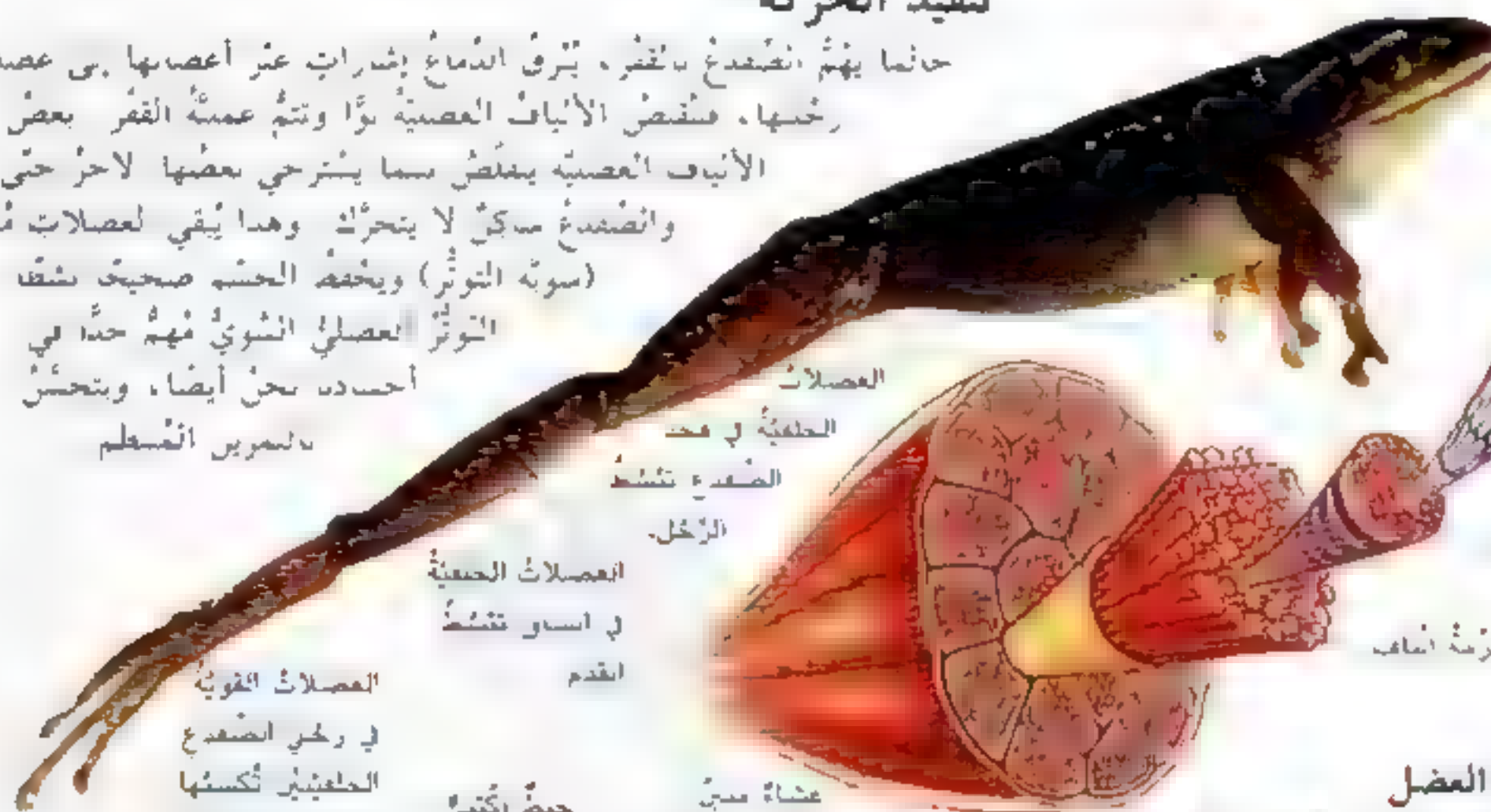
لَيْلَةُ عَصِيَّةٍ

المروسة  
خلاصة

ما  
فج  
فج  
مضرات  
سبب. وتفسر حتى  
صفة الضمادة  
الاشعة الرووس

## تنفيذ الحركة

حانما يهتّم انضغاد بالتقرح ، يترق الدماغ بإشارات غير أعصابها ، هي عضلات  
 رجليها ، فنفض الألياف العصبية نوا وتتم عمدة الفقر بعض  
 الألياف العصبية ينفصل سما يسترخي بعضها لآخر حتى  
 وانضغاد ماكن لا يتحرك وهذا يقى لعضلات مُشدّة  
 (سوة التوتر) ويخفف الحشمة صحبة شفا  
 التوتر العصلي الشوي فيه حدا في  
 أحداد محل أيضا ، ويتحسن  
 بالمرين العظيم



العمليات الحسابية  
في أساس تنميط  
القدم

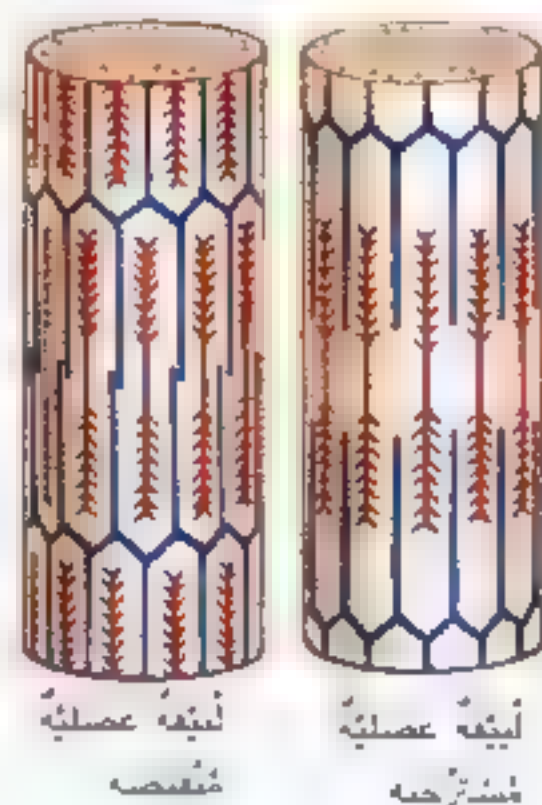
العصا لا تخوفه  
في رجلي انضغ  
الحديد تكتسها  
القدرة على الفقر

حفظ الكُتُب  
فُلُوس

وَيُحْيِي الْعِصَىٰ  
فَيُفْضِي إِلَيْهَا  
الْأَنفُسَ الَّتِي  
كَانَتْ فِيهَا

## بُنية العضل

سائفت العصية من اناب متعدده متعصب في  
حرم كل بقع عصية هي حلة واحده  
والجوان عصية غير عدله لانها بحوي عده  
بوت. وقد يحاور السمسك خولا  
وسائفت الاناف (الجوان) من  
خوبط اضهر نادعي الشهاب.  
بحوي كما واثب برتو عصية غير  
بعض فستت انما من عصا



أَمِيرُهُ عَمَلِيَّةُ  
مُتَمِّصَةٌ

أَمَّا هُوَ عَزَّ وَجَلَّ  
فَمُسْتَرْحَمٌ

حشُر انصُرَة  
اِكُولَسْلَا  
(سبيل)

## انفعال العضل

١٨ رَفَعَتْ وَرَثَتَا تَقْدِلَا، فَمَرَعَا مَ نَعْتِ  
 دَرَاغَتْ بَكْرٍ عَلَيَّ بَتَقْلُصْ عَصِيَّةُ تَقْدَعُ  
 مِي انظَلُوسُ اَنِي بَمَنْكَ يَهِي  
 عَوَجَعَه، فَرَبَّاهُ بَعْلُ دَوِيْمَا حَاحِي لِي مَرِيَدِ  
 مِّن الصَّوْءِ بَعْلُ مُنْصَصَةً رُغِمَ اَنِيَا بَحَاخِ  
 حَذَفَةُ لَعْنُ الْاَعْمَادِ وَهَذَا صَبْرَتْ حَاصِرٌ مِّنْ  
 تَعَصْلَابِ الْاِرْدَةِ بِسَوِي الْعَصْلِ تَقَابِصَةُ



لُويچي غُلثاني

عائق شرح  
(إصطاني، وبيجي  
عائقي (۱۷۳۷)  
عَرَضًا أَنْ رَجُلِي  
صَدَحَ مِنْ  
تَقْطِصَالِ عَد  
تَعْلِقُهُمَا فِي طَارِ  
حَدِيدِي بِدَسِيسِ



مُدَّة فَحَسبَ عَشْرِي أَنْ  
عَصَابَ يُضْمَعُ هِيَ الَّتِي وَدَدَ الْكُهْرَاءُ الَّتِي  
سَمَّيْتُ الْقُلُوصَ فَقَدْ كَانَ مُحَقَّقًا فِي هَذِهِ أَنَّ  
بُكُورَاءَ سَمَّيْتُ فِي تَحْرِيثِ عَصَابٍ بَكَرٍ  
بَوْلَدِ الْكُهْرَاءِ، كَانَ تَتِمُّعُهُ بِعَاطِلِ الْمِيزَانِ مَعًا  
وَحَسْرَتُهُ الْآنَ، أَنَّ الْإِشَارَاتِ الْكُهْرِبَائِيَّةَ فِي  
الْأَعْيَابِ هِيَ الَّتِي تَسَمَّى أَيْضًا عَصَابَاتِ.

لمزيد من المعلومات انظر

لجلاي و نظريات ص ١٥٠  
 أرخونات ص ٣٢٤  
 برمي شاس ص ٣٢٨  
 انجلان ص ٣٣٨  
 اندور للموية ص ٣٤٩  
 الحركة ص ٣٥٦  
 لأعصاب ص ٣٦٠



# الحركة

الحركة من خصائص الحياة - حتى وأنت تجلس ساكناً دون حراك، فإن الحركة مستمرة في أجزاء من جسمك. فالقلب يخفق ليضخ الدم حول الجسم، والطعام يُحرك عبر جهازك الهضمي. هذا النوع من الحركة لا إرادي يتم دون تدبير منك. والإنسان، كما سائر الحيوانات الأخرى، يستخدم الحركات الإرادية لتحريك جزء من جسمه، أو للانتقال بكامل جسمه من مكان إلى آخر. وتتميز طريقة تنقل الحيوان على شكل جسمه وحجمه ونوع بيئته. سيبيا، الحيوانات الصغيرة أسرع تحركاً من الحيوانات الكبيرة لأنها تولد قدرة أكثر بالنسبة إلى وزنها. فلو كان الضرصور بقدر الإنسان، فإن سرعته بالنسبة المقياسية ذاتها، تبلغ ١٤٠ كم/سا

## الحركة في النبات

بعض النباتات، كالأقحوان، تنفتح أزهارها مع شروق الشمس وتغلقها عند الغروب. وتحدث حركة النوم بفعل تغيرات الضغط داخل خلايا النبات والهدف الأوراق النابتة، كما في الترسيم ونبات أخرى من فصيلة السلي، هو مظهر شائع آخر من مصدر حركة النوم



الأقحوان (بليس برونيس) يفتح أزهاره عند غروب الشمس

## أثر مسار القوقع

القواقع والزواحف ذات قدم واحدة ماضية منحنية الشكل. هذه الحصة تفسح مساحاً مسطحاً يحول القدم. ولعل القواقع تحركاً عروياً يمكنه من التسلق بالسطوح الحادة والاحتكاك فوقها



العقود حركتها واسعة بحصة شبيهة بالذراع الضيقة حركتها بطيئة سريعة جداً نصف القملش، وحجمي العنق

## القدرة المرورية

يستطيع الثعالب المرورية، غزو بقوى طولها ١٠٠ متر، بفضل سبب من الترسيم (بروس مطاوعين يختزن لعدة) في المفصل بين رجليه وحجمه قبل كل خطوة، تخبره طاقة اندفاع العضلات في هذه السبات، وتطلق أب عندما يغير ثعالب، نافذة رجليه في تحريك هذه، وهدوءه في الهواء



## تعايير الوجه

تعايير الوجه، كالدنور والاسد، هي حركات دقيقة رادئة سلك بها كثر من ٣٠ عضلة مختلفة وزعم أنها رادئة، قد يكون بها عدة دور متكر



## التنميع

حين يتنميع نغم الطعام إرادياً تنقبض عضلات في مؤخرة الفم. أما حركتها في المريء وسائر هذه الهضم، فتجري لا إرادياً بالتنميع. وسبب ذلك بانقباض العضلات دورياً يدفع محتويات القناة الهضمية على امتدادها ومزجها بالعضلات الهضمية



تنقبض العضلات دورياً فتدفع المريء وتدفع الطعام قدماً

شعة من الطعام

يحدث التمدد عكسياً عندما ترفض المعدة الطعام فيعكس القوي

## السير على الأرجل

دوات الأرجل من الحيوانات تحرك أرجلها بتسقي متعقبات فالإنسان يحرك رجليه بالتناوب وسرعه عند تحريك الرجل الأمامية أيسر مع الرجل الخلفية البشري، ثم الأمامية البشري مع حلقية الشفوي على التوالي لكنه في العدو السريع تحرك رجليه الأماميتين معاً ثم الخلفيتين معاً



تتحرك رجل القهقري صفتاً وتزولا لموازنة حركة الرجل



تسير الرجل القهقري بالكامل حتى تكاد تكرر أفعاله، وسفوف عموده الفقري سفكاً يهبط القهقري ذو مرونة غير عادية



القهد (أستوبيكس جومابوس) أسرع الحيوانات لدرجة أنه يبلغ سرعته حوالي ١١ كم ساعة (حوالي ٦ مeters)

## التحرك بدون أرجل

تحرك يحدث نظرياً أربع فحوصه في طريقة الأكثر سرعة، تحوّل تحت حركة ثمانية، وشذ الحما على الأرض متدفع لأعلى قدماً في الأماكن الضيقة، تُسلك لاعمى دينها في الأرض، دغد جسمها في الامام، ثم يسبقه الذن بحركة موجية طولية (كوردونية) أما الحدث الثمينة فيحرف في خط مستقيم، يرفع ويحصر حركات نظرياً. وتحرك بعض الحيات (برمته الحماط بحاصه) بحركة ملتو حاسي؟ فتدفع لذب من جسمه إلى الامام وشغها بقية الجسم

يحرك هذه الحكة من السمكة الشعراوية التحطط (تيموبس مرقالس) بتمطيع أفعواني





## الطيران والسباحة

تطيران والسباحة وسبلتا الحركة غير مانعتين محتجبتين تمامًا  
تطير الحيوانات أو تسبح يدفع الماء إلى الخلف، فتدفع هي  
بقوة رد الفعل في الاتجاه المعاكس إلى الأمام إن كثافة  
الجسم في معظم الحيوانات السباحة مساو غريب لكثافة الماء  
حولها فلا ترتفع ولا تنخفض ولا تغوص أما في الحيوانات الطائرة فالكثافة  
كثف من الهواء بكثير، فلا تذلها من استخدام أجنحتها في  
تحريكها كما في محرك

الزفيع يدفع إلى أعلى

الحذيفة تشد إلى أسفل

### الطيران الانسيابي

جناح الطائرة مسطاه أشبه بسطح سداب رفع، يبقى دفعا من أسفل إلى  
على عمود يثري الهواء من فوقه أثناء طيرانه الانسيابي، بعد أحداث  
تطير سفلًا، والزفيع يدفعه خلفًا يعتمد الصور إلى تطير الانسيابي  
تقطع مسافات طويلة بتهدئ قليل، خاصة في الهواء النقي العاصف

### التوجيه أثناء الطيران

كثير من الحشرات تطيرة لها روحان من لاجلها (القطار) (الروح النبوا)

وذلك لتتغير مع روح واحد فقط وقد يكون

لحشرات الحشرات إلى عضوين دقيقين دئوسيتين

تغرد بدئوسيتي النورن فهم، بدئوسيتي

طيران، يتحرك شارب عصاة نسي

لحشرة في مسارها المتحد

دئوسيت النورن

تساعدان لدسة

الحشرة في الحفاظ

على توازنها أثناء

الطيران

٢ في حلق

المشقوق، يزفيع

الضارب جناحه

حتى يكاد

ينعادل.

٢ بدعي نزل

كل الشعر وحشمة

ماء إلى الخلف مسددة

هو بقوة رد الفعل إلى

الأمام

١ جسم اليمامة مشقوق

يحفص الاحتكاك بالهواء

أثناء الطيران

مستخدم الهمالينات

المشطية المتكورة الجوف

فدنها للتقليل كما تساعد

الفتت على مجشاتها في

التقاط الخميمات العذات

الضرب تحفو

السباحة

١ تقلص كل الشعر الشايف العسلاب

في حشبي الحشمة مداورة، عيشة

الحشمة من حشبي لآخر

### الطيران الحثاق

ترقب طائر حثاقه سفلًا  
وحثاق لسطون في الهواء  
وإطلاقه يولد الزفيع يسري  
هواء فوق جناحه، يبقى  
مُرتفعًا وإذا توقف الطائر عن  
الترقب تنشط سرعته فتناقص  
ترفع ويبدأ بالهبوط تستخدم  
طائر الحثاق  
لإطلاق سرعة أو لإتخاذ  
تجاء معين

١ الجناحان

حذران لثبات

سفلًا بواسطة عسلاب

قوة في صدر الطائر

مستخدم كل الشعر

رفعته الشدريتين لتغير

أحاد حشمة أثناء

السباحة

### السباحة

تسبح السمكة بدفع الماء برعاها  
أو بكامل جسمها. الأسماك  
المضروبة في معظمها، ككلب  
البخر هذا، تشي أجسامها في  
الساحة. أما الأسماك لعظمية،  
كالسمك الدهني (سمك القربي  
السمكة) فتدفع غالبًا بالذيل والزعانف  
اصد به فقط، مستخدمة الزعانف  
الأخرى لتوجيه بعض الأسماك كثوبه  
و لا تستغني مودة مجموعها عصبية  
حافيه مستخدمها في الشرعاب شفاحه

### الدفع الثقات

يخوي حشمة الحذر لكر (شبح)  
تحرف من ناحية عادة سطح الحذر  
بعض هذه الحوف سرعة فاده  
وتسحب الماء خارجًا غير يثقي متعين  
ويادفائي الماء غير هذا اليثقي، يدفع  
الحثاق في الاتجاه المضاد. ويغير  
الحثاق اتجاهه بتغير موقع يثقي  
وبطريقة يدفع يثقي هذه تحرك  
الأحشوطات و شيدحت الأخرى

### التقليل الهذائي

لهلامات المشطية المتكورة الحوف عديمة  
لأرخل والزعانف وهي تتقليل يثقي هذابات  
شعريه مشطية النسب يعمل كامجادف وهي  
تستخدم هذه الهذات أيضًا لتقوم دنة على  
مقربة من سطح الماء

### لريد من المعلومات انظر

- شريعة ص ١١٨
- نموي و محرك ص ١٢٠
- برخوات ص ٣٢٤
- لاسمك ص ٣٢٦
- برواحف ص ٣٣٠
- تطير ص ٣٣٢
- بعض ص ٣٤٥
- عسلاب ص ٣٥٥

### اللاطئات

البرميل من العشرات المتكورة الهذات الأرخل  
بعض المشقوق الغشمة ويعدي يصع لعد، لي  
يخمفي رخله برشمة اصاره في الماء عصي  
البرميلات كامل حشها في مكاب واحد كساتر  
الحبوب بلاصه، لكن يوردها شقي مسحة و  
محرقة من مكاب لي آخر



## الحواس

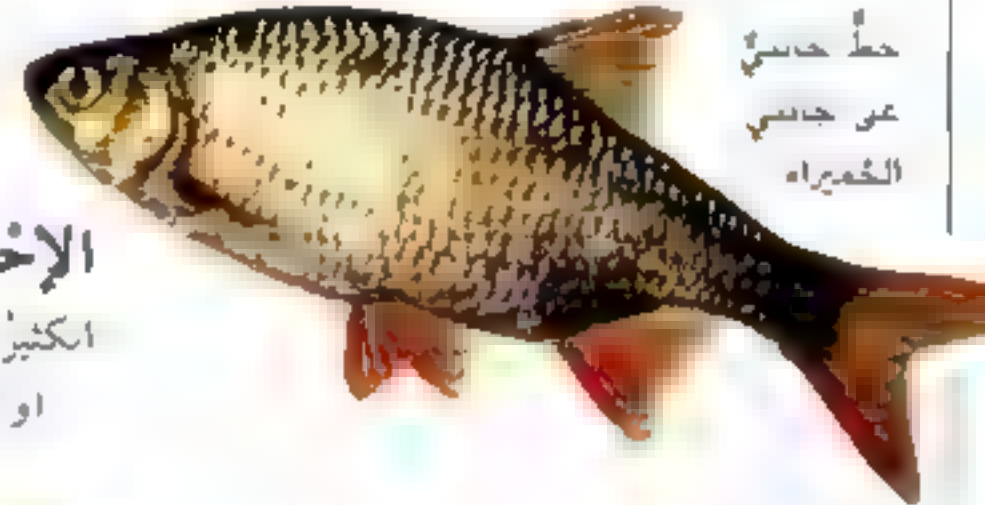
الحواس هي نوافذنا على العالم من حولنا - فكل ما نعرفه الشخص عن بيئته يأتيه عن طريق عييه (البصر) وأذنيه (السمع) وأفاه (الشم) ولسانه (الدوق) وجلده (اللمس) - إضافة إلى جسده الداخلي الأحشائي الذي يُشعره بالجوع أو العطش أو المغص مثلاً فأعضاء الحس على اختلافها، تُرسل دقاً من المعلومات غير الأعصاب إلى الدماغ، الذي يتلقى الإشارات ويرد بالاستجابة المناسبة لها. وتعتمد الحيوانات المختلفة على حواس مختلفة تبعاً لطرائق حياتها. فبعضها، كالقط، يتميز ببصر دقيق وشم مرقف؛ في حين تتميز حيوانات أخرى، كالكلاب، بحاسة شم حادة. هذا وتعرف بعض الحيوانات محيطها بإحساسات الضغط والحرارة وحتى الكهرباء.



حُملة حواس

يكتسب الناس في العادة عن حواس خمس. والواقع أن الحواس أكثر من ذلك بكثير. فالشم وحده يشمل عدة حواس - إذ إن نهايات الأعصاب الحاسة في الجلد حساسة للضغط والألم والحرارة والبرودة. كما إنك تحس بمواقع إزائيك وإزائيك وأوضاعها - إضافة إلى جس التوازن الذي يتركك متصباً

خط حاسي  
عن جدي  
الشميرة



### الإحساس بالحركة والضغط

أكثر من أعضاء الحس قدر على اكتشاف الحركة والضغط - لمساً أو صوتاً أو ذنباً. فحس الخند في معظمه حس للشم، وله أيضاً خلايا حساسة لتغيرات في الأرض. فقدره ليفر متعدياً من طريق حوائط دلي. والنسب شكل آخر من أشكال الضغط بحسنة الخند عن أذيه

### الخط الجانبي

يوجد في أكثر من الأسماك خط من الخلايا الحساسة على جانبي الجسم يدعى لخط الجانبي من وظائفه اكتشاف التموجات لضعفه الحسنة غير الماء وتحس حركة الحيوانات الأخرى من حوله

### الكلب الهلبي

في الظلمة، قد تدور في المثل ماذا ذراعتك أمامك ستحس طريقك ونحوها. الأخرى، كهذا الشهم القيربي (هسركس أريكوسترالس)، تتحس طريقها بكنها الهلبي وهي شغرات حاسة حوله في مقدمه. من الحواس عمل كغصو لمس بحس العوائق في طريق الحواس قبل لأرضها بها



- قزبا الاستشعار  
حساسات شمس  
وليكيمائيات في الهواء.

### الإحساس بالضوء

عنا الخند معقدات التركيب تألف واحدها من خند متعددة مستقلة لعدسات، تسخ ضوء دقة مستقلة ضغط يؤخذ الخند ليرى العالم من حوله. أما عند الأسماك فعملان بصري مختلف. فكل عبي بحوي عدسة واحدة تركب الضوء على سره فتؤثر من الخلايا العصبية الحساسة بالضوء (تدعى سكه) فتكون صورة وحده بعد

قد سواخذ طائلا  
أدنى الخند على جانبي النظم، و  
على القسم السفلي من الرجلين.

### الإحساس بالصوت

أذن الخند تألف من طبقة مسطحة على العطاء القشري، وحلقها خنزة بمذاق الهواء. عندما تدب الأمواج الصوتية الفته، تحس الخلايا المتصلة بها تلك الذنابات وترسل إشارات بها إلى الدماغ. فإ تحشرات الصغيرة، كذنب الصغيرة والغوص، تستطع كشف صوت غريبي الاستشعار بديها

القنوات المتصف الدائري في  
الأسنان يحفظ موازنه

خلايا حساسة حول المفاصل بين  
ضفائح الجسم.

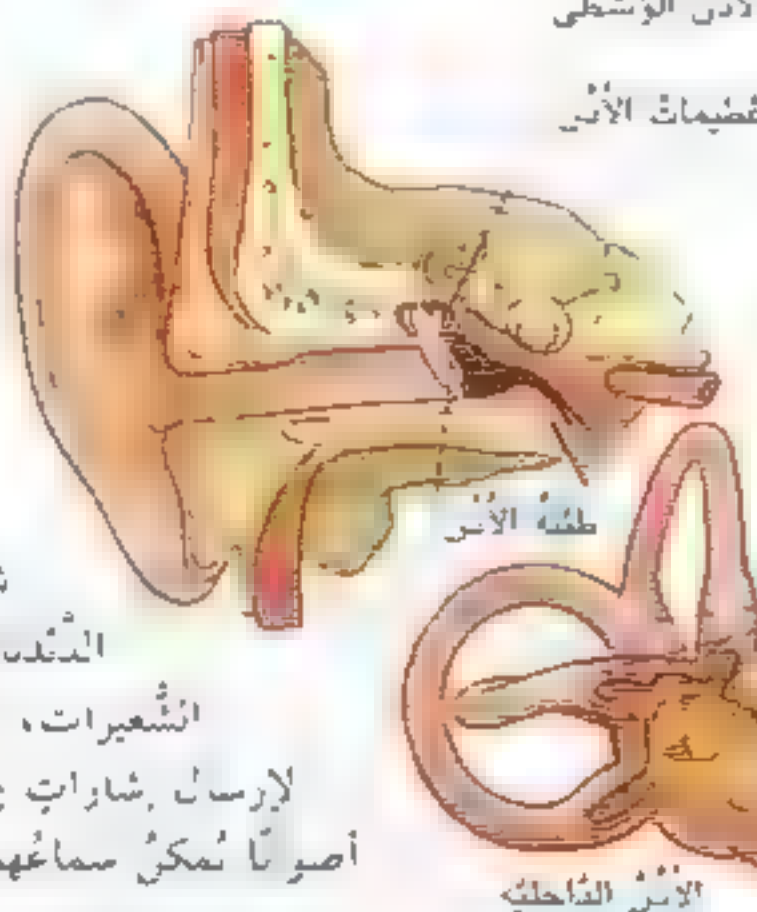
### محسّات الحس الجسدية

مرسطة لصمغ الضبة حول جسم الخند مفاصل مرية وكل مفصل مرود محلات حاض على كلا جانبته وهي إما متصلة أو متقطعة. تقع المفاصل هذه الحلات ترسل اشارات إلى الدماغ، يحس الخند بواسطتها وضعه جسمه. وبسبب جذب يف، ككل الحيوانات تقريباً، خلايا أخرى تكثف شد الحادثة يستير بها الاتجاه إلى فوق.

### أذن الإنسان

الأذن ابحارجية في الإنسان توجّه الأمواج الصوتية إلى القنة فتجعلها سدد فتقلل الضربات الثلاث الدقيقة في لأذن الوسطى الدنبة إلى القوقعة، التي تحوي سداً وحلاب ذات شعيرات حاضه فتقلل الذنات عن السائل محركة الشعيرات، ومستمجة الخلايا العصبية لإرسال إشارات إلى الدماغ والدماغ يحلها أصواتاً تمكن سماعها

### الأذن الخارجية



الأذن الوسطى  
غضيات الأذن

طبقة الأذن

القوقعة

الأذن الداخلية



## الدَّوقُ وَالشَّمُّ

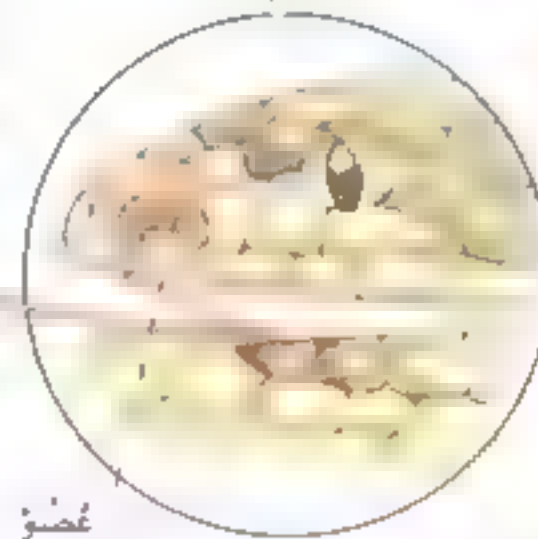
تستخدم الحيوانات حاشي الدَّوق والشَّم لكشف الكيمونات  
عندما ندوق شيئاً تتأثر مجموعات من الخلايا المهيبة على  
اللسان، تدعى خلايا الدَّوق، بالكيمونات المذابة في الماء أو  
الغذاء وترسل الإشارات عصبية لها إلى الدماغ. وكذلك حين تشم  
تأثر خلايا في أعلى الأنف بالكيمونات المتطايرة في الهواء  
والأنف ترزقه خلايا الدَّوق حساسة لتفهم الحلو  
والمر والحامض والمانح فقط. أما النكهات  
ولمحات المتعددة الأخرى فهي مزيج  
من هذه المذاقات الأربعة. حاشيتا  
الدَّوق والشَّم مترابطتان تماماً  
بعضهما، لذا تتأثر على المركب  
بمير نكهات الأطعمة المتعارفة



فلس (فتيل زرس)

### غضو جاكوبسون

حاشيتا تحت اللسان تتخلفه  
في ثور في شفت بعد تدعى  
غضو جاكوبسون. الدَّوق لا يلقى  
بمساك فقط كيمونات من  
الهواء، لكنه يضعف طرف لسانه  
بمسوى في غصو جاكوبسون، الشفت  
بحال حاشيتا من الكيمونات المتطايرة  
من الهواء



غضو  
جاكوبسون

الشَّم  
عصر الحيوانات شديدة الروح  
تتأثر أرسلاً وإسفالاً فترت  
الكلمات، مثلاً، روائحها لتحديد  
مساك بلودها، وتستخدم الكلمات  
الأخرى بوجودها وهي  
تستخدم حاشيتا لامتداد  
أشياء عن عدم من حولها

بواحد شعلة خلايا  
الدَّوق في ثور دفعه على  
سطح اللسان



### الدَّوق

خلايا الدَّوق  
تخضع على

لسان الحيوانات تتحس  
حاشيتا المتخلفة كخبر وحامض وتحتل حاشيتا الدَّوق  
حيوان من غير ما ذاك خبره صانعاً للأكل أم لا، فحتار  
لثلاث من الأطعمة ويتجنب الفشار أو التام منها



## الحس في النبات

ليس للنباتات أعضاء حس خاصة، لكنها تستطيع  
الاستجابة للبيئة حولها. فجميع نباتات حاشيتا  
نضوء وحاشيتا، وبعضها يتحس أيضاً الأسمدة  
المتطايرة. هناك الشمحة (سمور بوديك) مثلاً  
تجد على هذه الاستجابة إذ شرعان ما تطلق أوراقها  
عندما تمش  
وتحس في علم  
النباتات تحس  
الاشياء، فتستجيب  
تعلق التلة بالانتفاخ  
حول الدعامة التي  
تدعمها



إصفاق أوراق الشمحة  
لتنحني عند تنفها  
من ثور

عند (أو معالج)  
المعالجات، كشم  
السن هذه، هي  
أوراق متحركة  
حساسة للتلو

### المحالات الكهربائية

الإشارة في المياه الموحية متعددة للبيئة  
بعض الأسماك من نوع جماركوس  
بليوتيكوس، تستخدم محالاً كهربياً، تولد  
حولها خلايا خاصة فيها، فإذا ما  
اضطرب المجال، تستطيع الشمكة تعرف  
لنسيب، حشاً وموقفاً

### لزيادة من المعلومات انظر

- إحداثيات الصوت وشماعه ص ١٨٢
- إشارة ص ٢٠٤
- المشروبات ص ٣٢٢
- الأسماك ص ٣٢٦
- الجند ص ٣٥٤
- الحركة ص ٣٥٦
- الأغصان ص ٣٦٠
- الدماغ ص ٣٦١

### تقدير المسافات

كثير من الحيوانات، بما فيها الإنسان، تقدر المسافات  
بها تقدير مسافات، لأن الحس الأمامي لوجه كؤود ضوئ  
مستشعر قبل التحس منه. هذا الحس القادر على  
استشعار تغيرات في راحة روح من الغول كشم، بعضها يتحس  
حاشيتا لكل روح منها (مما يتأثر به) فتمكن الحس من تقدير  
بعد مديته قبل التل لالتماط

مؤدا الاستشعار في جعل الحراج  
مستشعر كدمو ح

### اجتذاب القرم

بالت الحشرات علة ما تعرف  
تذكر بموقعها بالعدت كشم  
صسبة من الكيمونات، تدعى  
فيريومون، تستشعر في الهواء  
ولما كانت ذكور شوح حساسة هذه  
فيريومون، فتنبأ تنبع مصدرها  
لايجاد لابات وسراوح  
ويحس الذكور من جعل الحراج  
(ملوثا ميوث) فيريومون لاث  
عزني أشعده فريشيين





# الأعصاب

حينما تتناول هذه الموسوعة لتقرأ، تحصل أشياء كثيرة بسرعة فائقة. فذراعاك تنهayan لحمل الكتاب ورفع به بالقوة المناسبة. وتنقبض عضلات ظهرك حتى لا يسقط جسمك إلى الأمام، كما تنقبض عضلات عينيك للتركيز على الصفحات أمامك. وكل هذه الترتيبات تتم بفضل الأعصاب. تتألف الأعصاب من حزم طويلة من الخلايا الرفيعة، تدعى العصبونات، تنقل الإشارات الكهربائية بسرعة. فالعصبونات الحسية تنقل الإشارات من مختلف أجزاء الجسم إلى الدماغ أو إلى النخاع الشوكي. والعصبونات المحركة تنقل الإشارات من الدماغ أو النخاع الشوكي إلى العضلات لحملها تنقبض. ويربط بين هذين الصريين من الخلايا عصبونات مختلفة رابطة، إرسالاً واستجابة، تبعث الرسائل إلى الدماغ وتعيد الدفقات العصبية إلى العصبونات المحركة.

إذا تدبى إصبعك بشوكة أو شيء ساخن تنقبض الإشارات إلى النخاع الشوكي، لا إلى الدماغ، من الخ رد عقل فائق السرعة

١. ينقل الالم العصبون الحسي لينتقل إشارة.

## كيف تعمل الأعصاب

في جهازك العصبي ثلاثة صُروب من العصبونات (الخلايا العصبية). هذا النمط شبيهاً مؤلماً، يتحسس الالم عصبون حسي؛ فيترق هذا إشارة كهربائية إلى عصبون رابط في النخاع الشوكي. وبدوره يترز عصبون الرابط للإشارة إلى واحد أو أكثر من العصبونات المحركة، فتعند هذه بذلك عن مصدر الالم. ويدعى هذا لصرت من رد الفعل الفائق السرعة منعكسا.

## الجملة العصبية في الإنسان

تتألف الجملة العصبية في الإنسان من الجهاز العصبي المركزي (الدماغ الشوكي والدماغ) والأعصاب المحيطة وينسق الدماغ كل ما يقوم به الجسم بعض الجملة العصبية إرادتي يمكن اشحكه به، والباقي يعمل بغيرها، بحيث ينظم عمل الجسم سلساً دون تدخلت

## الشكاك العصبية

أعصاب الذودة المسطحة بشر غير حشما في شكة مبراطة. وشعث الأعصاب إشارات تحمل حشما بملصق مؤحاً فيمكنها انساحة

## الميلين (التخاين)

بعض العصبونات ينمها عند ذهي يدعى ميلين أو التخاين، يرد من سرعة انتقال الإشارات العصبية فيها؛ وينفع صروب إشارات العصبون الكهربية - كما الماؤل الملائني حول ميلك كهربائي، وتخلق الميلين خلايا خاصة تلتف حول المحوار تسمى خلايا شوان.

## جسم الحية في عصبون حسي

٣. تنقل الإشارة إلى عصبون رابط في النخاع الشوكي

## جسم الحية في عصبون رابط

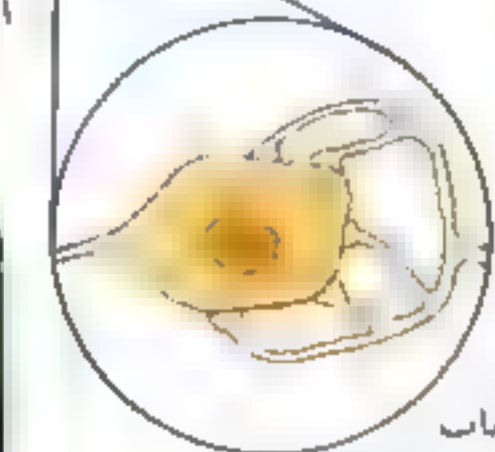
٤. يترز عصبون الرابط الإشارة عن مشبك (تماسك) إلى عصبون محرك

## المشابك

تسمى العصبونات في محورت دوق تدعى المشبك تقتر عثرها الإشارات الكهربائية في نخاع واحد بعض العصبونات يترز الإشارة حان استجابتي ينمها آخر تنظر وضون عدد من الإشارات قبل ابتعاث دفقة عصبية بها

## الأعصاب العملاقة

ذودة الأرض (الخراطون) مجهزة بعصبونات عملاقة حاسة تمتد من الذنل إلى الرأس، وتنقل الإشارات بسرعة تزيد ٥٠ مرة عنها في بقية الأعصاب فإذا نقر طائر ذيل الذودة، تنقل الإشارات بسرعة على طول الأعصاب العملاقة، فتعند الذودة نوا

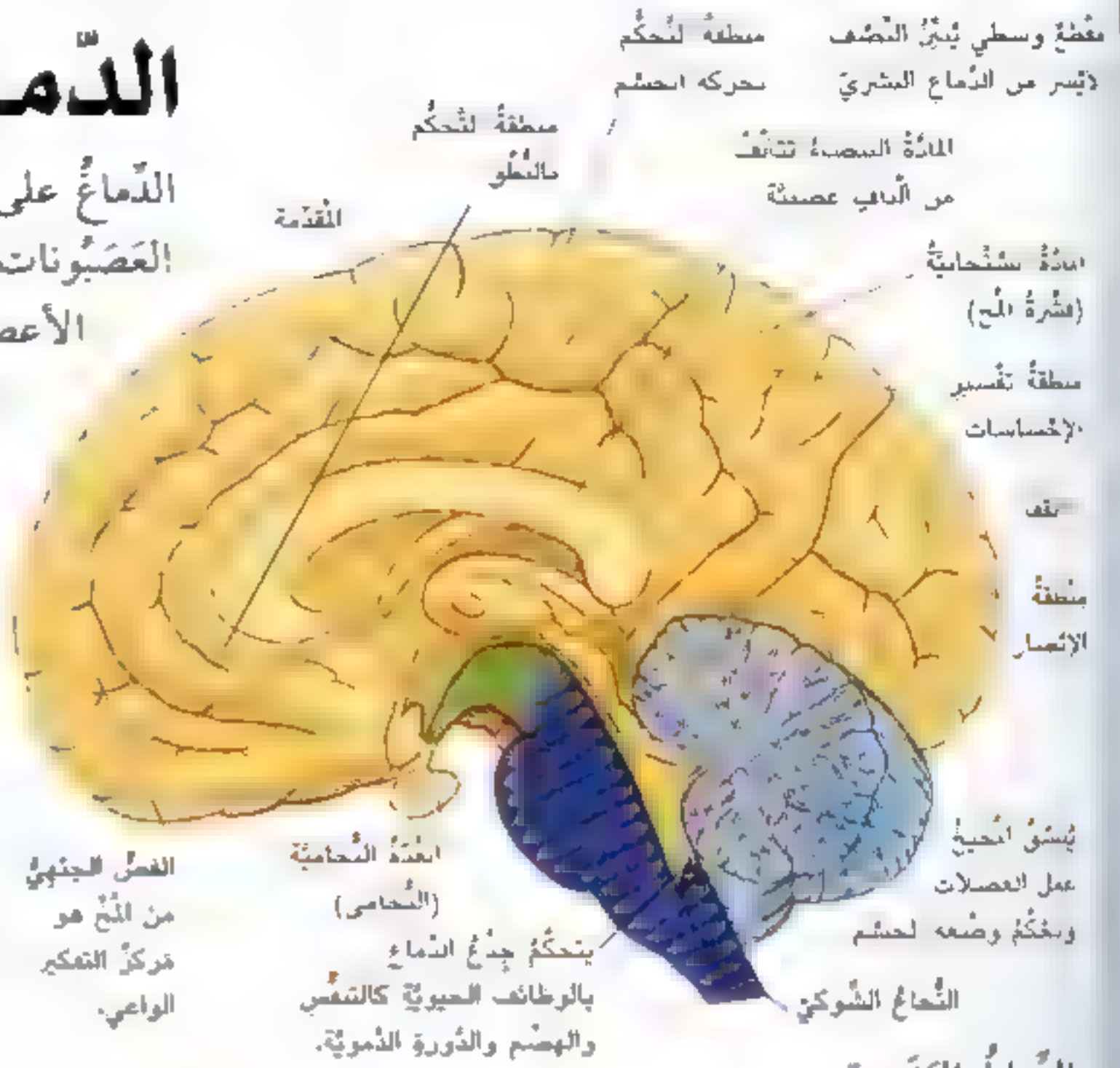


لزيد من المعلومات أنظر
الذيدان ص ٣٢١
المفصليات ص ٣٢٢
النبه الباصه (في الاحياء) ص ٣٥٠
لعصلات ص ٣٥٥
لحواس ص ٣٥٨
الدماغ ص ٣٦١



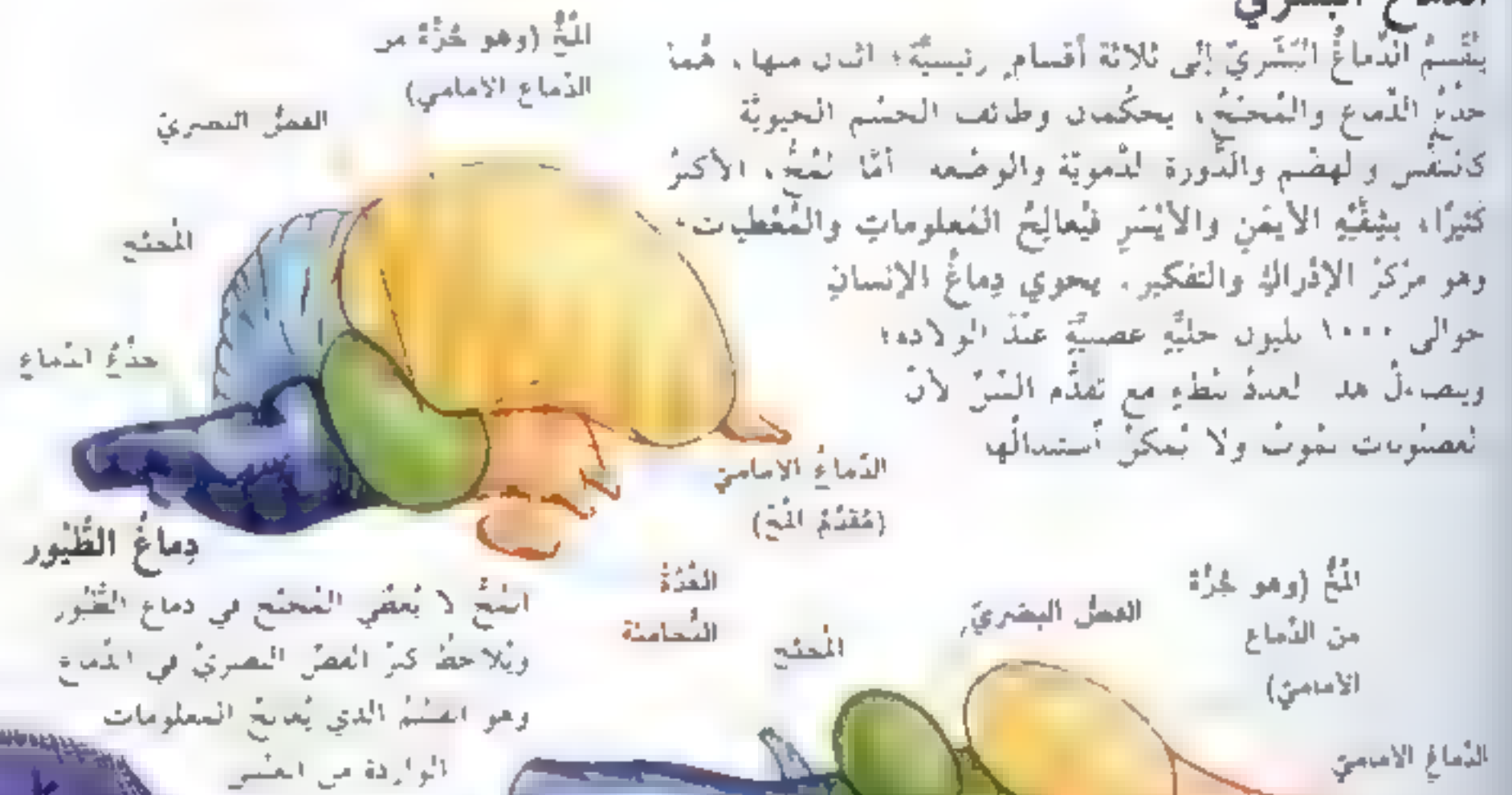
## الدماغ

الدماغ على اتصال دائم بكل جزء من الجسم. وهو يحوي بلايين العصبونات (الخلايا العصبية) التي يترابط بعضها مع بعض ومع جميع الأعصاب في الجسم. يعرف العلماء الكثير عن العصبونات منفردة، لكن طريقة عمل الدماغ متكاملًا لما تتوضح لهم. وقد بدأ الخبراء حديثًا يستكشفون طرائق التفكير والتذكر. ومن المعروف الآن أن الدماغ البشري ينقسم إلى مناطق منفصلة، بعضها يتحكم بوظائف الجسم العامة، وبعضها يقوم بتنسيق ومساواة الحركات أو تفهم الكلمات المسموعة. أنت، في اللحظة، تدرك وتعي ما تقوم به؛ لكن أثناء نومك يتغلق دماغك الواعي، فتتابع أجزاء أخرى من الدماغ استمرارية العمليات الحيوية ليقاتك.



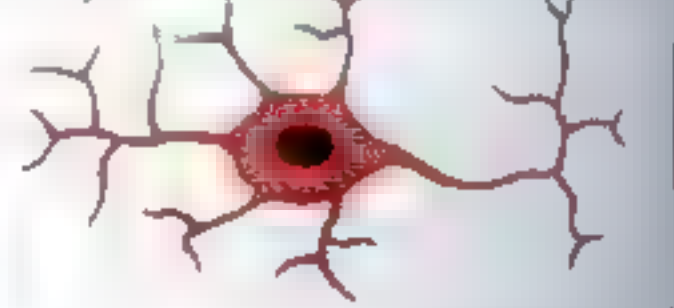
## الدماغ البشري

ينقسم الدماغ البشري إلى ثلاثة أقسام رئيسية: اثنان منها، هما جذع الدماغ والمخيخ، يتحكمان وظيفتين الجسم الحيوانية كنفس ولهضم والدورة الدموية والوضوح. أما المخ، الأكثر كثيرًا، يشغله اليمين واليسار فيعالج المعلومات والمغطيات. وهو مركز الإدراك والتفكير. يحوي دماغ الإنسان حوالي ١٠٠٠ بليون خلية عصبية عند الولادة، ويصل هذا العدد بنظر مع تقدم السن لأن العصبونات تموت ولا يمكن استبدالها.



## دماغ الصفاد

نح في الصفاد صغرى سماء والمخيخ صغرى كذا. لكن جذع دماغ يوفى حوالي نصف حجم الدماغ بكامله لإصدار مهم جدًا للصفاد لأنها تفحص قرائنها بالبحر. دغش صغرى، زخم أنهما أصغر مما هما عليه في قشر. يؤمن جزء رئيسيًا من مخمل الدماغ.



## خلايا الدماغ

خلايا دماغ يمكن أن نشهد مع أكثر من ٢٠٠,٠٠٠ خلية محورة. وشارت خلايا لمحورة في مخمل مجموعة من خلايا. من رسة مغنة (كأمر نبع لطعم مثلاً)، أو نغمة من نغمة نغمة (كأحد نفس الماء المنع).

## إيفان بافلوف

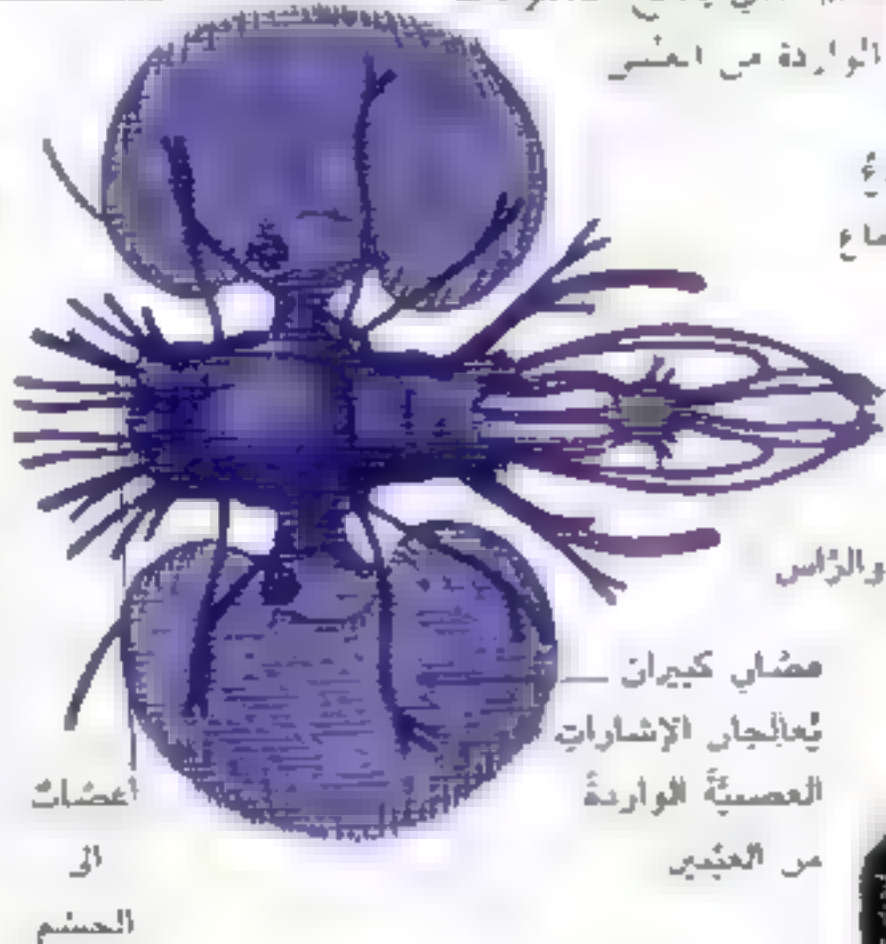
اشتهر الفسيولوجي الروسي بافلوف (١٨٤٩ - ١٩٣٦) بدراساته في المنعكسات وكان

عارفًا أن المنعكسات (ردود

الفعل انشائية) ماضلة لدى كل الحيوانات لكنه اكتشف أن منعكسات جديدة يمكن تعلمها بالإشراف. فقد علم الكلاب أن تنقوع الطعام بعد سماع جرس معين. وبعد فترة التدريب صارت الكلاب تروى استجابة لسماع الجرس حتى بعباب الطعام

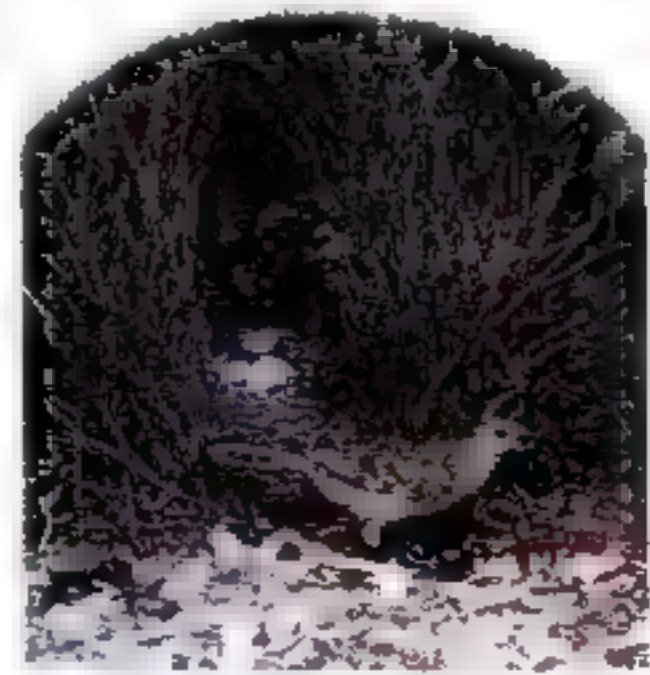
## دماغ الأخطبوط

دماغ الأخطبوط من أكبر الأدمغة بين جميع اللافقاريات. وسط بينية يفسف تمامًا عن أديمة القفاريات باحتوائه جدة قصوي مترابطة. والأخطبوطات جدة النصر. وعنه الأكبر من دماغها يعالج الاشارات لورده من العنبر. وقد أثبت الاختبارات أن الأخطبوطات حيوانات ذكية، إذ تدبر أمر الوصول إلى الطعام، حتى ولو تطلبت ذلك نزع السداد من قبة عظمه



## الغريزة والتعلم

طير الحرائش الكثر لذكر (كلامديا نوكلار) يشي عرشه راحة من العبدان ويرثها نساء راحه لاحداث الغريزة وهو يقوم بهذا العمل المنفرد عربن. فون حاحه الى تعلمه والعربية حط من الشوك الطبيعي لوراني لا يعلم



## المزيد من المعلومات انظر

- الزخويات ص ٣٢٤
- البرمائيات ص ٣٢٨
- الطيور ص ٣٣٢
- المحوص ص ٣٥٨
- الأغصان ص ٣٦٠



١. في معظم الاوقات، خلال الفترات  
ما بين الانقسامات الخلوية، يُنتشر  
ما في الخلية عن دنا (الحامض  
النووي ليزيمي المنقوص الأكسجين)  
في لواء، مما يؤدي لرقته لبالغة

١ مقدمة: يتكثف البروتين ويتركز إلى صغيات، وتبقى الصغية وتصلبها فتصلب بقسمة مركزية ثم تبدأ خيوط كيميائية دقيقة، تدعى لفاف، بالنشك.

٢ مقرن: وتبقى الصغية وتصلبها فتصلب بقسمة مركزية ثم تبدأ خيوط كيميائية دقيقة، تدعى لفاف، بالنشك.

٣ انقسام: يجمع العشاء النووي في حين يكون المقرن قد اكتمل، فتبدأ الصغيات بالانقسام في وسطه.

٤ نهاية: عشاء الخلية.

٣ بحسبي العناء النوى في حب يكون  
المغزل قد اكتمل، تمثداً الصنفيات  
بالتراضف في وسعه.

فكل اقسام الحية، يسمى ان تصاعف الحية صغانتها (الى  
الحيطة حاملة درأ) ثم تاعد الصغعت المصاعفة فكونة بوانش  
حديديش - ويعرف هذا بالانقسام الفسلي عند اكمال اقسام  
الوة تنقسم الحية الى حلتين مئائتين مئاً، ويحدث  
هذا النوع من الانقسام للشامي وهناك اقسام من  
نوع آخر، يدعى المصصف أو الاحتراني، ينشأ  
التكثر الحسي، ولا ينتج حلايا فمئائه مئاً



في هذه الطبقة الرقيقة من جدار بصفة، يُحيط  
بِكُلِّ خلية جدارٌ خلويّ، والضغائن في  
الحلايا الجاري انقسامها ظاهرة بوضوح  
أما في الحلايا الأخرى، فالضغائن مُشرّة  
في شُوة حلايا الشب والحيوان بصفة  
بطريقه مُماثلة، إلا أن حلايا شب  
يُسمي بها محبوب حذير خلويّ من  
لستوناور بعد تكوينها

نمو الشجرة بقرص من مخصص  
مكامل من مخصص الحلاي هي  
اطراف الاعصاب والجذور لتردها  
طولا. وفي الوقت نفسه، تنقسم خلايا  
الكسيوم (الحلاي تحت الماء) قريبا  
لحدا الحذاء والاعصاب

اشموا ينظنت طافة كسوة  
و سادرة يملكها الشتاء الشربيع  
لاحتوائها محروبا عذائا في  
سبح برزني يدعى الشوباء  
نوي اوراق نذرة العلم او  
الحياة. محروبا عذائا اصدوي  
اللقاءات في الكثير من  
ب سرعة لانها المحال  
الصوتي

فَصَرَوْهُ الْمَرْءَ  
مِنَ الْقَدَاءِ يُوقَرُ  
لَهَا طَاعَةٌ  
لِلْأَنْتِشِ

يُقسَمُ الكثيرُ من حلايا حُسَمَتْ تَعَا جَدُولٍ رَمِي ثَابِتٌ  
وَالْحَلِيَّةُ فِي نَظْمَةِ لَوْحِيَّيْنِ، مَثَلًا، يُقسَمُ مَرَّةً كُلُّ ٢٤ سَاعَةً  
تَقْرِيبًا. وَلَيْسَتْ الْحَلَايَا كُنْهًا سَرِيعَةً الْأَقْسَامُ بِهَذِهِ الشَّكْلِ؛  
فَمِنْ بَعْضِ الْحَلَايَا يَتَوَقَّفُ الْأَقْسَامُ حَلَالِ عَقْرَةٍ رَمِيَّةٍ صَوْبِيَّةٍ  
أَمَّا فِي الْحَلَايَا الْعَصِيَّةِ، فَيَتَوَقَّفُ الْأَقْسَامُ تَعَا بَعْدَ تَكُونِ  
الْحَلَايَا فِي الْحُسَمِ فِي الرَّحِمِ

تَكَوُّرُ  
حَلَقَاتُ  
النُّفُورِ  
مَسَارِعُ  
النُّفُورِ فِي الرَّيْبِ وَنُطْفِ  
صَبْغَاءُ وَاعْدَامُهُ شَيْءٌ



مع ماء الشَّلَّةِ.  
يَسْقُطُ اعْصَانُهَا السُّعْلَيْنِ تَارِكَةً الْجِدْعَ  
عَارِيًّا وَتَزْدَادُ تَحَاثُّهُ الْجَدْعُ لَكِنَّهُ لَا يَمْتَدُّ  
مُضْعَفًا. وَهَكَذَا يَظَلُّ الثُّدْبُ فِي مَكَانٍ عُصَنِ  
غَبِيصٍ عَلَى الْإِرْتِفَاعِ دَانِهِ

١. انقسام هبيل  
وحلوي (ساعة  
واحدة)

٢ الفترة المحرقة  
الأولى ( ١ ساعة )

٤. العزلة المحيطة  
الثانية (٤ ساعات)  
جلانها سمو الحلة  
وتنهي الانقسام

٣. رمزُ الخلق  
(٩ ساعات)  
تصانيف الصفحات

دورة الإقسام في حليّة وجبّه طبيّة



## النمو والتطور

لا ينقسم حلال الحنث كُنْه ب سرعة نفسها فحلال نموك تزداد سرعة انقسام الكثير من حلال حسنة، بحيث في ذراعيت و رخيبت، كثر منها في راسك وسحة نذلك، بتغير شكل وحجم تركب جسمك، وتعرف هذا بالتطور. و نمو وتطور كلاهما تخككهما نهرمودت وهي مراحل كسوة سكتي نذ في مختلف اجزاء جسم بعض هذه نهرمودت ينشرو هة النمو في جسمك نذ من عمر ١٢ الى ١٣ سنة، ثم توقفه تمام حوى ٢١ من العمر



النمو التطوري البشري

في حفر الحنث الولاء، الراس كثر حد والبرع والرحلات قصيرة في عامه الثاني، سنون دراع اصغر ورخلة حد سمك كثيرا والرحلات الال نغومان عى شتى في احامسه من العمر سنون عضلات الدرع والرحلات قد هوت نذ، وبعدها انظر الال اسى او الرخص في العاصره، الاطراف الال مول، وعد تعظم الطفل المقام بالحرركات الحكة الضحك خالشانه والعضلات الترد

يكتمل النمو غالبا في سن العشرين! فيؤلف الراس الآن لجرا، اصغر من الجسم، ويعتد بزوج اهراس العقل (الواحد) احد معالم انتهاء مرحلة النمو

في الثالثة عشرة، العفراث الحاربه كذرة في الجسم وهو ينفو بسرعة مبيوا لمرحلة البلوغ

في العاصره، الاطراف الال مول، وعد تعظم الطفل المقام بالحرركات الحكة الضحك خالشانه والعضلات الترد

في احامسه من العمر سنون عضلات الدرع والرحلات قد هوت نذ، وبعدها انظر الال اسى او الرخص

في عامه الثاني، سنون دراع اصغر ورخلة حد سمك كثيرا والرحلات الال نغومان عى شتى

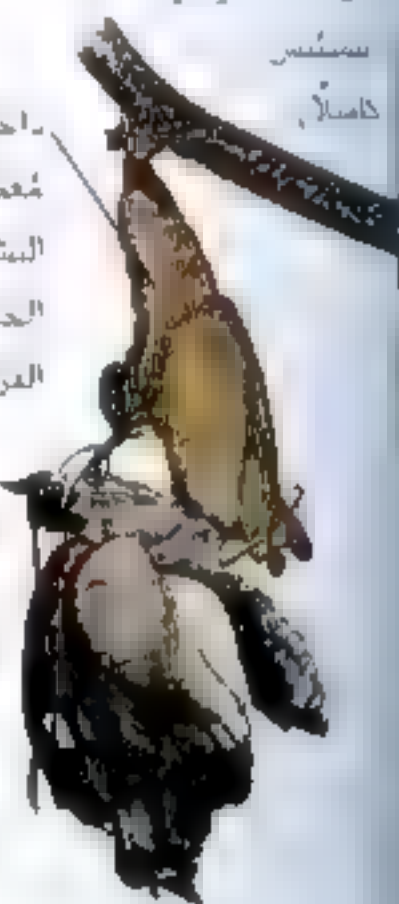
في حفر الحنث الولاء، الراس كثر حد والبرع والرحلات قصيرة

### التحول الناقص

يعتبر شكل نكه بدرجت نذ النمو فهي سفت عديمه الاحية ولاعضاء ساشته وحلال مراحل نمو سنج (اي تطرح فشرها)، ويعتبر جسمها فللا بعد ثكن اسلاح حتى مرحله ثلوع بعد الاسلاح خامس ويندرج هذ التحول النقي في شكل الجسم التحول الناقص والتحول في انصاير والحداد وجر دقو من هذ النسل



داخل السريره، سحر شعهم حلال لجاد، البشوعه، ونشون الحلال الجسده العرشه لاصه



لشروع شروث، مفعه، هودن نذ لفرشه واحرة، قمعها، نمونه، ومندور عداها، امصصا مفعه

نكه الورق في المراحل الثانية والحامسة والبقاع من التحول الناقص



انبرغانه اندية سطرطان (الشلطعون) دات دير طول ومدي سوكتي نفوس في طهرها وهي بضرث اما بمرحلتها لنفى عن مقزرة من الشصح

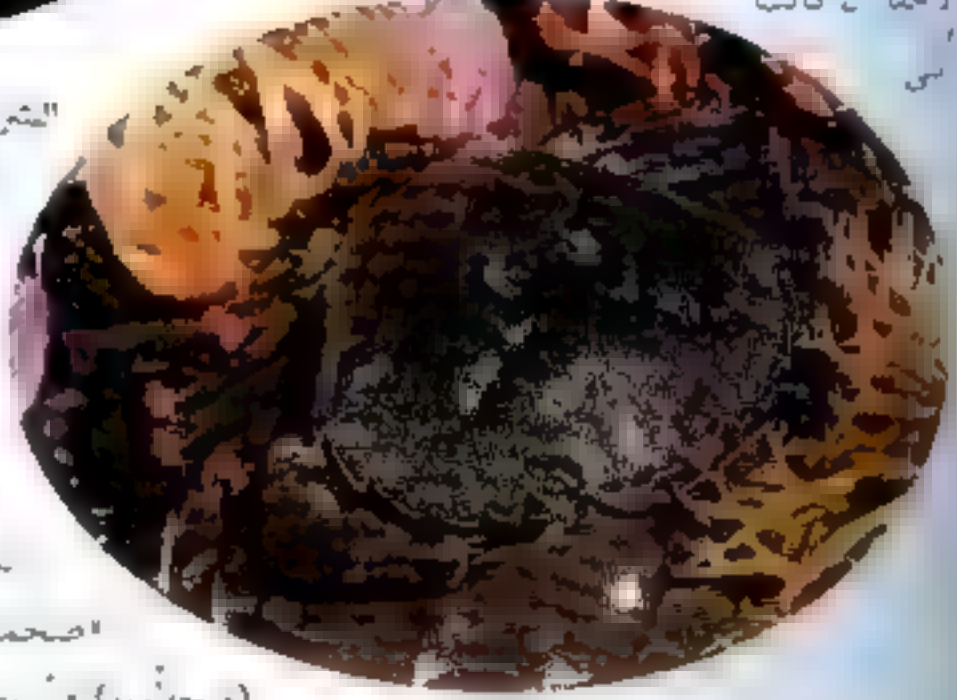


البرغانه المشطوعه الثالثة الضحه العفتر دات ارخل مكتملة النمو، تضر فيها الدليل وتلاشى النمو، الشوكي، وهي تقصي حرة من حياتها في قاع البحر

الشرطان الثالثة دو دتل فصر فطوى تحت جسمه ارخله قوه حد لكه سداق نفوره الرشاشه وهذا الشرطان (كارستينوس مباس) ساطي

### التحول الكامل

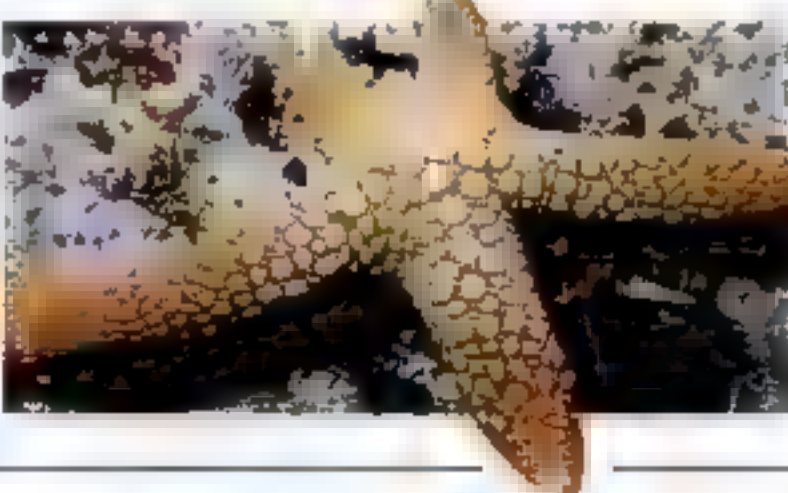
في التحول الكامل يحدث شكل اضعاف عن ساعين حركه و سرحا بدأ حياه كد فة بدليه دقته، مفعو مسطحه لماء سحر وبعد اسلاح فشره الجسم عفر مره، يتحول من بوقاين اصحه العنس سسطح لمشي و سدا حه واحرا بقرح صحمه عفس (محتاين) فشرها و عفر سدا صفا صعب



### إنماء الأجزاء المفقودة

دا خروخت نذ حلايا جلدك بالاقسام حتى يدمع الخرج هذ النوع من انماء يدعى جديدا أو بحددا احصافا سسطيح جديدا النخذ و بعض مفعه، نكر بعض لحيوات تستصغ جديدا اجزاء بكمها ك لارخل او اندس، دا ما فصدت

يستطيع مفع البحر انماء رخل جديدا اذا انقصمت ارجاه



#### لمزيد من المعلومات انظر

- الانبات الرقنه ص ٣١٨
- لمفصصات ص ٣٢٢
- نجم البحر و بوقاين ص ٣٢٥
- احلايا ص ٣٣٨
- اسنه اسطه (في الاحياء) ص ٣٥٠
- اورايت (علمه الورنه) ص ٣٦٤

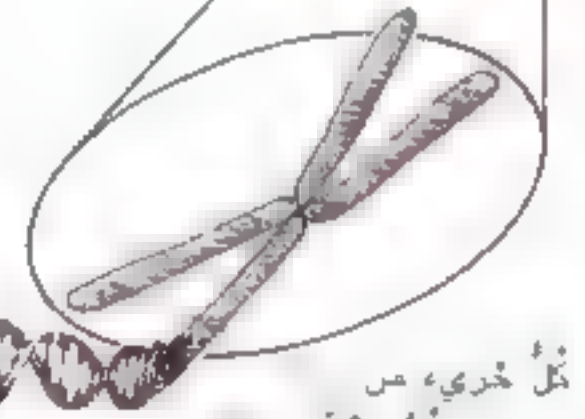


# الوراثيات (علم الوراثة)

كل شكل من أشكال الحياة، من الميل إلى الطحلبية، مؤلف ومُحكوم «بوصفة» كيميائية، تتخذ شكل زامور كيميائي لا تدويني. هذا الزامور تحتويه الجزيئات اللولبية للحامض النووي الرببي المنقوص الأكسجين (د ن أ)، المُحتشدة داخل الخلايا في جميع الكائنات الحية. وهذا الزامور الكيميائي مُعقد جدًا، فهو يشمل في الخلية البشرية الواحدة من ٥٠,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ تعليمية مُتفصلة، تُدعى جينات، كل منها تحكم صفة مُختلفة. الوراثة علم يبحث في سبل انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل.

كل خلية حُسية، ذكرية و أنثوية، محوي مجموعة مُعقدة من خريبات د ن أ أي أنها تحوي نصف ما تحويه الخلية العادية من الصنغيات

الخلية المُخصبة (اللاقحة) تحوي مجموعة مُزدوجة من خريبات د ن أ - أي أنها تحوي المجموعة المُزدوجة العادية من الصنغيات



كل خري، من د ن أ يُؤلف بنية حيطية الشكل تُسمى صيغة، وهناك سُختان من كل صيغة - واحدة من الأب وواحدة من الأم

يتخذ خري، د ن أ شكل لولب مُزدوج مُرابط كيميائياً تُدعى قواعد، توجد منها أربعة ضروب أن سُمّيت هذه القواعد يُؤلف الزامور الوراثي للحيّة

الد ن أ الصيغة مُلفّة حول ذاتها، ويُلف أيضا كيميائيات أخرى

تُربط القواعد أرواحاً

تُعرّ الزامور إلى الحلقة بتجميع البروتينات



أرواح النانومج (استميس كيا)

## الصنغيات البشرية

تُبين هذه الصورة الصنغيات الـ ٢٦ كُتلة الموحودة في حبة بشرية واحدة. يُخذ حُرث مُعالحة الصنغيات بصنع خاص وُرثت أرواحاً (لاحظ صيغتي إكس و واي في أسفل اليمين من الصورة). لكل نوع من أنواع النبات والحيوان عُدّة صغيات مُتميّزة - بعضها يحوي أقل من عشرة صنغيات، بعضها يحوي أكثر من مائة ألف صنغيات

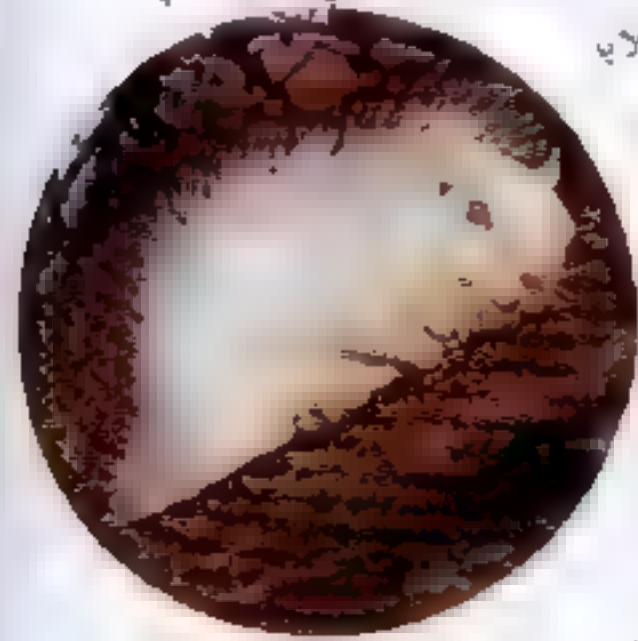
بروتين فيّ

## الاختلافات الطبيعية

هذه صغيات البُزهرية قد تُدو مُشابة لكن كل صغية فيها ذات د ن أ فريد خاص بها، لأنها تُكوّن بالتكاثر الجنسي. وهذا يكسبها مجموعة من الصغيات. فقد تكون أغرز إزهاراً من بيضاء، أو عُلها سُحر صافة أكثر لاسم، النُحور هذه الاختلافات العديدة مُهمّة جداً، لأنها تفسّر التنوع بطور (استمع مع برمن) مُفضل مُعيرات د ن أ الأكثر نجاحاً ستُصبح حُسنها الأكثر تنوعاً مع تعاقد الأجيال

## الظفرات

خري، د ن أ صوبل حد وكثيراً ما مُعرّض للشف وهي العادة، يُضخج هذه الشف بعدد أ د كان الشف شاملاً، فبها يُؤذي إلى حُسين قفصية جديدة دائمة من الزامور لور تي تُدعى ظفرة وانفجرات التي تُحدث في الحبال الحسدية حسة الأثر، أمّا التي تُحدث في الأمشاج (الأعراس أو الخلايا الحسنة) فيمكن سببها من حبل إلى آخر، مُحمّقة صعب جديدة في كائنات الحيّة



المهق (الخشنة) ظفرة صالوة في الحيوانات والسمات هذا سُحبات اُشهُق من استجاب النُحور



## الحيات والناس

أد انه يُمكن يؤمنا صف، فلب فريد في بركست من الحساب التي يُحكّم الصفات الوراثية في حُسمت، والتي لا تُماثلك فيها أحد أجيال الحيّة الواحدة يُحكّم صفة صاهرة، كنون العُش مثلاً، لكن العُش أن تُسهم عدة حُساب في ذلك أن لكثير من الصفات الموروثة تُنتج من لأسلوب وبسط الحُداد فُفوك مثلاً، بغضد على نوعيّة جذائك كما يُعتمد على حُثائك أصلاً

## رُوزالند فُرانكلين

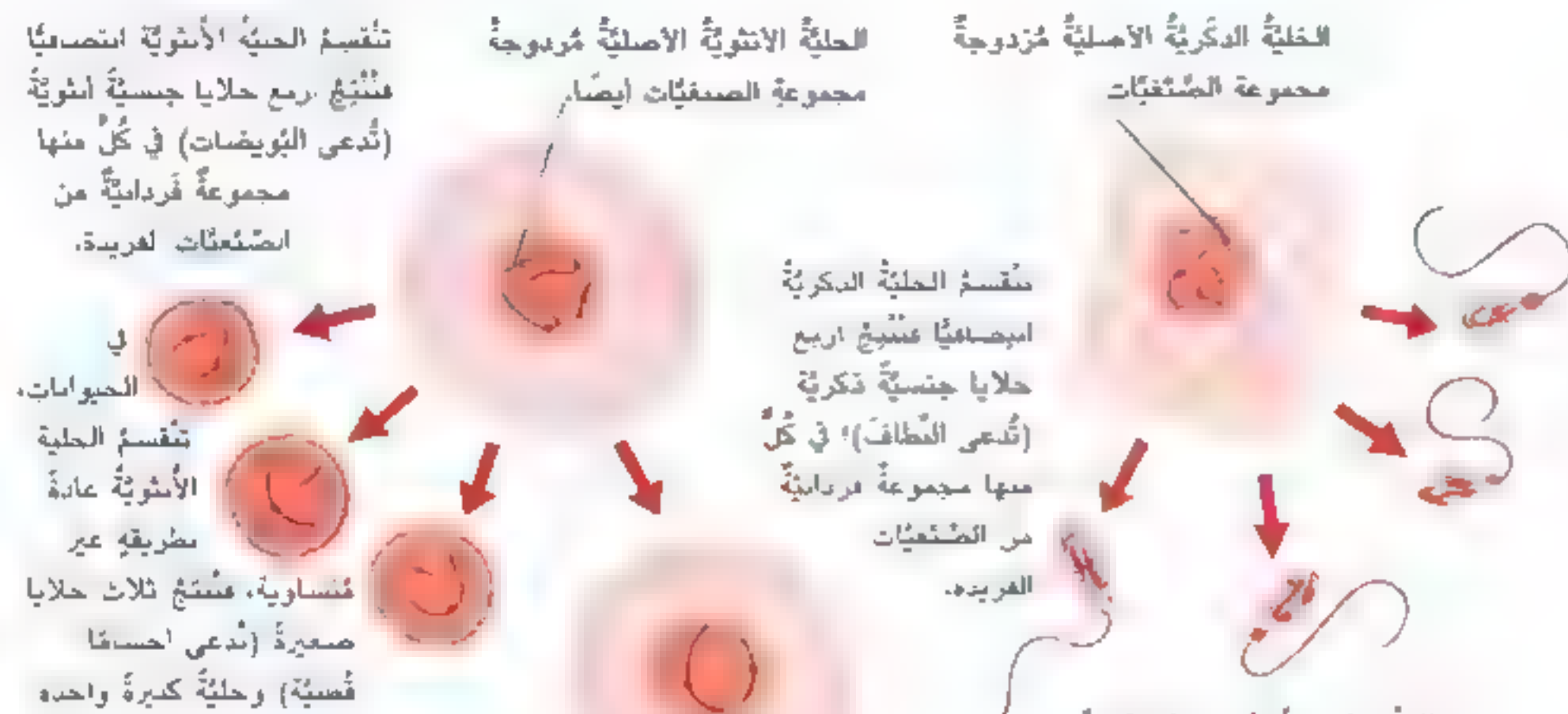
سَم لُقْدُم الحاسم في دراسة سة د ن أ، عام ١٩٥٣، على يد الفيزيائي الحيوي البريطاني، فريسيس كُرك (المولود عام ١٩١٦) وعالِم الوراثة الأمريكي، جيمس واتسون (المولود عام ١٩٢٨). فقد توصّلا في مُستدح أن د ن أ دو سة لولبية مُزدوجة بعدد دراسة صُور بالأشعة السينية التي تُقطّنها عالمة للوراثات البريطانية رُوزالند فُرانكلين (١٩٢٠-١٩٥٨)، أثناء دراستها للوراثات د ن أ بأشعة إكس وقد دن كُرك وو طسون بالاشتراك مع موريس وينيكُمر (المولود عام ١٩١٦) جائزة نوبل للفسيولوجية (أو الطب) عام ١٩٦٢. كُرك فُرانكلين وأعاد الأُخر قل أن يُقدّر فضلها حق فُده





## الانتصاف (الانقسام المنصف)

الانتصاف نوع خاص من الانقسام الخلوي ينتج أمشاج (خلايا حنسية) وفيه تنقسم الخلية مرتين ينتج أربع خلايا حديدية فردية الصغيات، أي إن الوحدة منها تحوي نصف كمية دن أ، الموجودة في الخلية الأصلية. كما إن كلاً من صغياتها حديدية فريدة النمط لأن صغيات الخلية الأصلية تتبادل قطعاً مما بينها قبل الانقسام مباشرة. وخلافاً للانقسام العنيلي (الانقسام الخلوي العادي) فإن الانقسام المنصف ينتج خلايا ذات تعليمات وراثية حديدية. ويدعى المشيخ الأسوي عدة ثويصة (أو البيسة)، والمشخ الذكري النطفة



في الإخصاب، يتخذ مشيخ ذكري ممشيخ أنثوي ليتزاخا خلية مخصصة ذات مجموعة فردية من الصغيات محددا

الخلية المخصصة تحوي نسخة جينية (وراثية) مبردة تنقسم انقساماً متساوياً لانتاج مشيخ حديد. وكل الد س في المشيخ الحديد هو نسخة عن الد س في الثويصة والنطفة

الخلية الكبيرة فقط يمكن احصائها

القطر الزئبقية اللون ذكور (س من أو أنثى واي) في العالم. جينية اللون الزئبقية تحولها صغيت س: لكنها كثيراً ما تختبئ بوجود صغيتي س آخر، كما في الأمثى (س س).



فرداني وضغفاني الخلية ذات المجموعة مزدوجة من الصغيات تدعى صغيات أو مزدوجة الصغيات. والخللا الجسدية هي عادة صغيات. في الخلية الحسية فهي فردية تحوي مجموعة مبردة من الصغيات أي نصف عدد الصغيات في الخلية الحديدية. وبإحدى خلية حنسية ذكرية مع أخرى أنثوية تنسخ المشيخان حنسية صغياتة يمكنها بناء إلى مشيخ حديد

القطر، المشيخان اللون (المشخة بالشني والاصفر) إننا داننا. لأن هذا اللون لا يمكن إنتاجه إلا بواسطة صغيتي س. والباقي فقط تحمل مجموعة س س

## الجينات والجنس

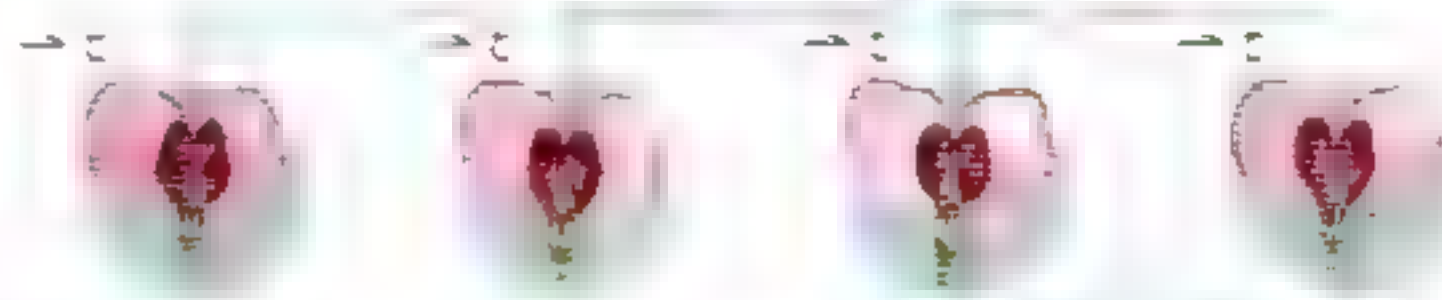
في الإنسان والقطر وكثير من الحيوانات الأخرى، هناك صغيات تحملها الشكل يحددان جنس الفرد، فما صغيتا س و ص (أنثى و واي). فقد يحوي الحيوان صغيتي س فيكون أنثى، أو قد يحوي صغيتي س و ص فيكون ذكر. لكن لا يمكنه أن يحوي صغيتي س. لأنه يتفق دائماً صغيتي س من والدته. وبالإضافة إلى الجنس، فهذه الصغيات يحددان أيضاً بعض الصفات الأخرى. ففي القطر مثلاً يرتبط لون الفرو بالجنس، كما يرتبط عني الألوان بالجنس في البشر

أحدى الصغيات الأم تحوي جنسيتين سادس (ج ح)، لذا فإنها حمراء والثنية الأم الأخرى تحوي جنسيتين صاعرتين (ح ح) وإلهارها بيضاء في العادة، يظهر تأثير الجينات الصاعرة فقط إذا موحد اشتار منها

كيف تنتقل الصفات بالوراثة خلايا في نعضها فردية الصغيات - مجموعة من الوالد وأخرى من لولده. فهي ثنائية الصغيات أي في العدد، بين الروح من جنس، هناك جنة مائدة - مشخيت تأثير شريكها الصاعرة (مشخة) ويحيط في الشكل الفرق كيف يحكم روح من جذب في ألوان إلهار نسبي فالحنسة لسانة (موسومة ح) تخضع إلهار حمراء وحنسة الصاعرة (موسومة ح) تخضع إلهار بيضاء. عني أن تأثير حبه ح مشخيت، ما لم يوحد لسان منها (ح ح)

كل سنة من السن يتلقى حبة وحدة، ينضج نوز إلهرة، من كل من الوالدين ففي الجين الأول، هناك جينية واحدة ممكنة فقط من الحيات هي ح ح

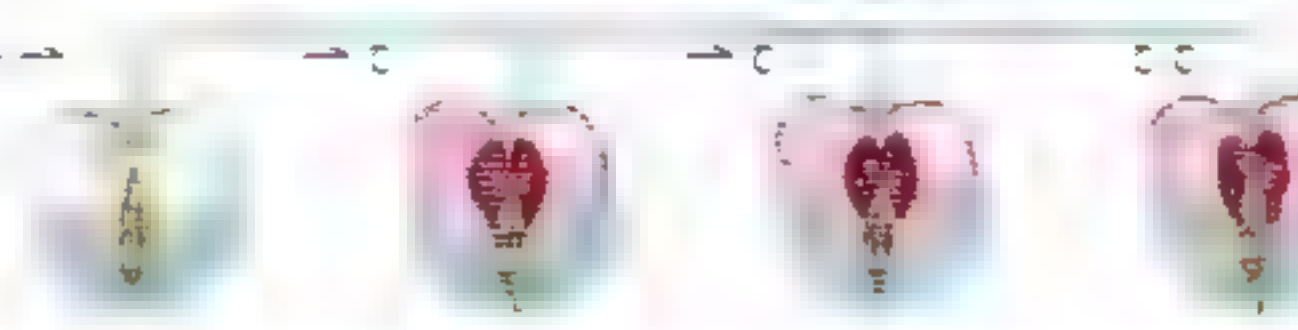
إلهار الحيل الأول من لسان حمراء اللون ومع أن كلاً منها يحوي حبة صاعرة اللون الأبيض، فإن تأثيرها مشخيت بالجين السائدة.



## لزيد من المعلومات انظر

- تية تطوّر ص ٣٠٩
- الخلايا ص ٣٣٨
- اشمو والتطوّر ص ٣٦٢
- النمط الجيني ص ٣٦٧
- النمط الشري ص ٣٦٨

إن زئج الشتات يحوي حيتش صاعرتين (ح ح) لذا فإن إلهار هذه الشتات فقط بيضاء



في الجين الثاني هناك أربع جينات مختلفة من الحيات هي ح ح، ح ح، ح ح، ح ح



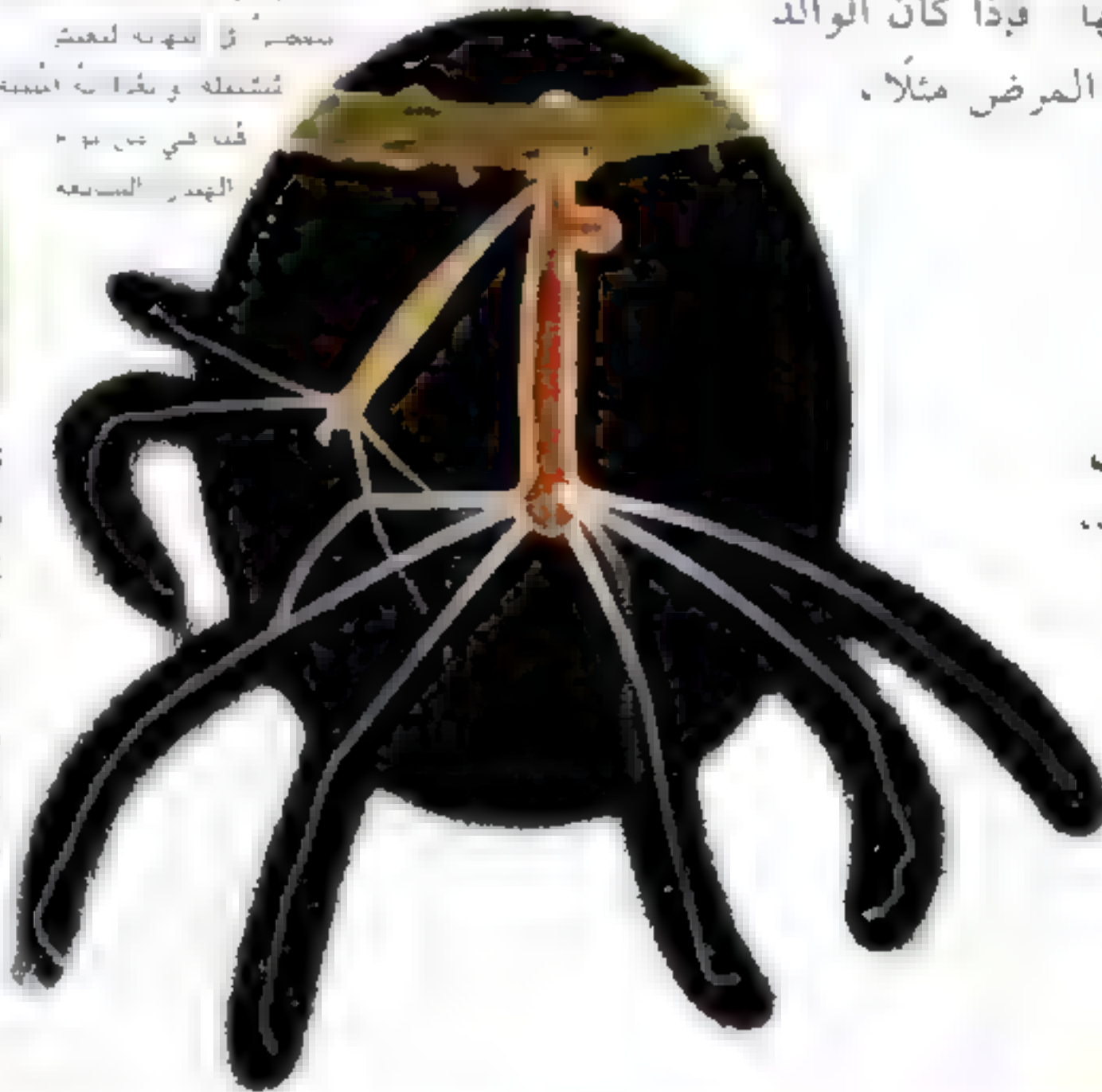
# التكاثر اللاجنسي

التكاثر، الجنسي أو اللاجنسي، من خصائص الكائنات الحية جميعها. والكائنات الحية، على العموم، تتكاثر بطريقة أو أخرى. فالتكاثر اللاجنسي يتم فردياً (وليس بمشيعين من ذكر وأنثى)، بانفصال جزءٍ نرغمي أو شطري من الوالد ليصبح فرداً حديداً. وهكذا، فالتكاثر اللاجنسي بسيط وسريع، لكنه في ظروف معينة سطوي على مضرّة. فالنسل في هذه الحال يُقاسمُ الوالد المادّة الوراثيّة نفسها - بحسباتها وسنّاتها - فإذا كان الوالد يشكو من عتّة، كقلة الماعة ضد المرض مثلاً، فإن نسله لن يحلّو من تلك العلة.



نرغم الحماثر  
حماثر فقط مخبرية وحيدة الجنس،  
يكثر لاجنس باعمره من خلاه  
في ظروف نموته بكر عملة  
سرغم من حمة مخبره في ساجس  
حماثر الحلاي الوليدة بالترغم قمر  
بعضها بالكامل عن الحلاي لأم  
فكان ينسبه مفعه

فرحة بومد وند به صغير لادرن  
تلفعه بالهش لأم سرحه بحدّة  
بعض في سرحه لبعث  
تشفلة ونفاة السبة  
فما في من م  
الهدر المسبحة



التكاثر اللاجنسي في الحيوانات  
التكاثر اللاجنسي ومع الاستمرار في انساب،  
وبدور في لحيوت نوي فان وبنهوك،  
احد وانل مسخدمى لمخبر كال اول من  
شاهد حواناً يتكاثر بهذه الطريقة في  
العام ١٧٠١، سدا كان نوبهوت تراوت  
حيواناً دقيقاً من عذاريات لرب،  
شاهد كيف ان احوا منه سرغم نصبح  
حيوانات حديدة

## توالّد في خطّ إنتاجي

في سرح حفا كد م نكور س لاري  
مخبره بحد من لضعر د م سرح صا  
بحد لحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري



## الوسائل

في عاده، سدا سرح حفا لحد م نكور  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري



الحيوت احديدار طنفل حفا  
لوال شفق النحر لاضو



بحد شفق النحر نفسه م نكور  
بحد النحر بالحد م نكور

## افصال الساتات

شرا عول لا عول  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري

## البصلات الجديدة

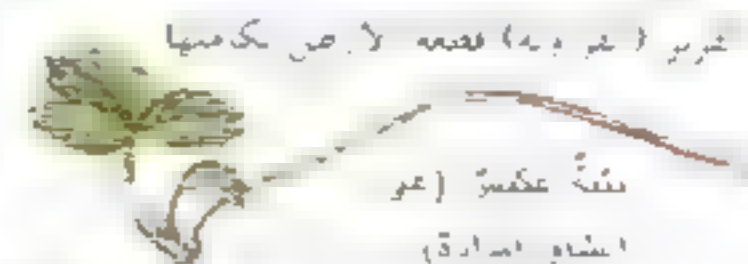
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري



بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري

## الانتشار بالآزاد (الشوق المذادة)

بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري  
بحد م نكور س لاري



## المزيد من المعلومات انظر

معضبات الوحدة الحية ص ٣١٤  
شوق و تنظير ص ٣٦٢  
حقائق ومعلومات ص ٤٢٢



## A circular illustration of two swans facing each other in a pond. The swans have long, white necks and dark feathers on their heads and backs. They are surrounded by lily pads and reeds. The background is a soft, hazy landscape with trees and a body of water. The entire scene is enclosed in a circular frame with a decorative border.

اجتذاب القربين والتزاح  
في ترويح، بقوة العقدايات الموحدة  
سنته من رقصات مؤد المفعلة  
لاحداد انقري، وهذا نوع من الترويح  
ضائع من العديد من حيوانات، فهو  
تساعد كلا التريكين على التمتع وحصان  
احد التريكين التمتع، فمن الترويح

بازارچہ بیر اُفتواہی جمال  
کالیفورنیا امکیٹر  
(لاہور پلنس روڈ ۱۵)

بِسْمِ الشَّائِلِ الْجِنْسِيِّ بِتَلَاقِي الْحَلَايَا الْجِنْسِيَّةِ الذَّكُورِيَّةِ وَالْأُنثَوِيَّةِ وَاتِّحَادِهِمَا  
وَيُخْصَلُ ذَلِكَ بِالتَّزَاوُجِ فِي بَعْضِ أَنْوَاعِ الْحَيَوَانَاتِ. يَجْرِي الْإِخْصَابُ  
دَاخِلِيًّا فِي الْأَفْعَى وَكَثِيرٍ مِنَ الْحَيَوَانَاتِ الْبَرِّيَّةِ لِأُخْرَى فَعَدَّةٌ مِنْ أَسْرَافِ  
أَنْفِئَانِ، يَتَحَقَّقُ الذَّكْرُ نَظْفَتَهُ دَاخِلَ الْأُنْثَى بِحَيْثُ يَتِمُّ إِخْصَابُ  
الْبُيُضَاتِ دَاخِلَ جَسَدِهَا، إِنَّ الْحَيَوَانَاتِ ذَاتِ الْإِخْصَابِ الدَّاحِنِي  
تُتِمُّ بُيُوضَاتٍ وَبَطَانًا أَقْلًا، لِأَنَّ إِمْكَانِيَّةَ تَلَاقِي هَذِهِ الْأَمْشَاحِ أَكْثَرُ إِحْصَائَةٍ

الحلای الحسبی (الأفشدخ أو الاعراس) بحوي  
 نصف كبة معاده ورثته فی الحلای معادیه وهی  
 مبادیه حقیضه تحقیق لأنحادیه بها فی بعض  
 الشدات ونحو مات الحلای الجسته فساته  
 الحخمه اكنرحته الحسته الاثوته فی عاب  
 كبر بكثر من نحه ذكریه والحلال الحسته  
 الاثوته (الوض أو ابيض) سفر فی موقع  
 واحد، فم الحلای الحسبی ذكرته (نظف)  
 ١١ نسخه فی آنحده

الحلایا الحسیة الذکریة والانسوة  
متماثلة فی حسی البحر (اولفا لاکتوکا)  
و استات ارتقاییه لوحده حلا  
حسنة نفویة و کیسر حسنی ما احلال  
الذکریة موحده فی حور صفه

في بعض الحيوانات، يتم اتحاد البويضات  
بأنطاط خارج جسم الأنثى، تكون لا  
يُد من اجتماع القرين. فالبو شوكة  
تذكر (جاستروبيتوس أكونس)  
بعد عشاء منه لأشئ توصف  
ثم يضيف الذكر بقاءه إليها. إن  
معظم الحيوانات ذات الإخصاب  
الخارجي تنتج بيضاً من البويضات  
نفسها أن يتم إخصاب عذو وإير منها



في بعض دورات الثابت اجبائية هالك جيلان مجلدي  
 لله في نظرات الله لاسمها، ينسخ لحد  
 "البحر" (ويعني اثنتي عشرة) لانواع الانعام  
 المنقبة فتشأ هذه باتباع ذكرية وأثوية تؤلف الجبل  
 الشجيرة الذي ينسخ لاسمها (الجلال المحسن) وهذه  
 الطغاة واليؤوس تتلاقى في الماء لإنتاج لافحة شوي  
 بابت يوعني (الجيل البوعي)، وهكذا تبدأ دورة من  
 جديد، وتتعدى الاجال

٣١٦ ملائكة ص  
 ٣١٨ كتاب الرقعة ص  
 ٣٢٦ الأضداد ص  
 ٣٣٠ الزور حقه ص  
 ٣٣٢ الخضر ص  
 ٣٣٨ الحلال ص  
 ٣٦٤ اوراث (علم الجرائد) ص  
 ٣٦٨ التماس أسرى ص  
 ٤٢٢ حقائق ومعجميات ص

في هذا الزمان "التيوسية": النعمة  
ومعها (عصا النسيان) صوته عالية  
والشدة قصيرة حفيضة

محلى اكثر من اثنان كلا الاعضاء المذكورة والاشارة في ارجلهم  
فذلكها احاداً خصصت نفسها بكذا هي اعضاء فهاية وضعت لخصي  
لاخصاص التخصي اي لاخصاص بحلاب حسنة من سوا اخرى من  
نوع نفسه ولاخصاص التخصي كثير فهاية لانه يغفل اشمل اكثر  
عنتر فهاية التربع (يرموا في حارس) ذات صدين من الأوردة لا  
يحمي النسبة الواحدة الا صرنا واحداً منهم والاعلاما محسنة في كل  
حلفه وخفا بصدت نصت بحث كفاً شمس يخلصه فقه



# التناسل البشري

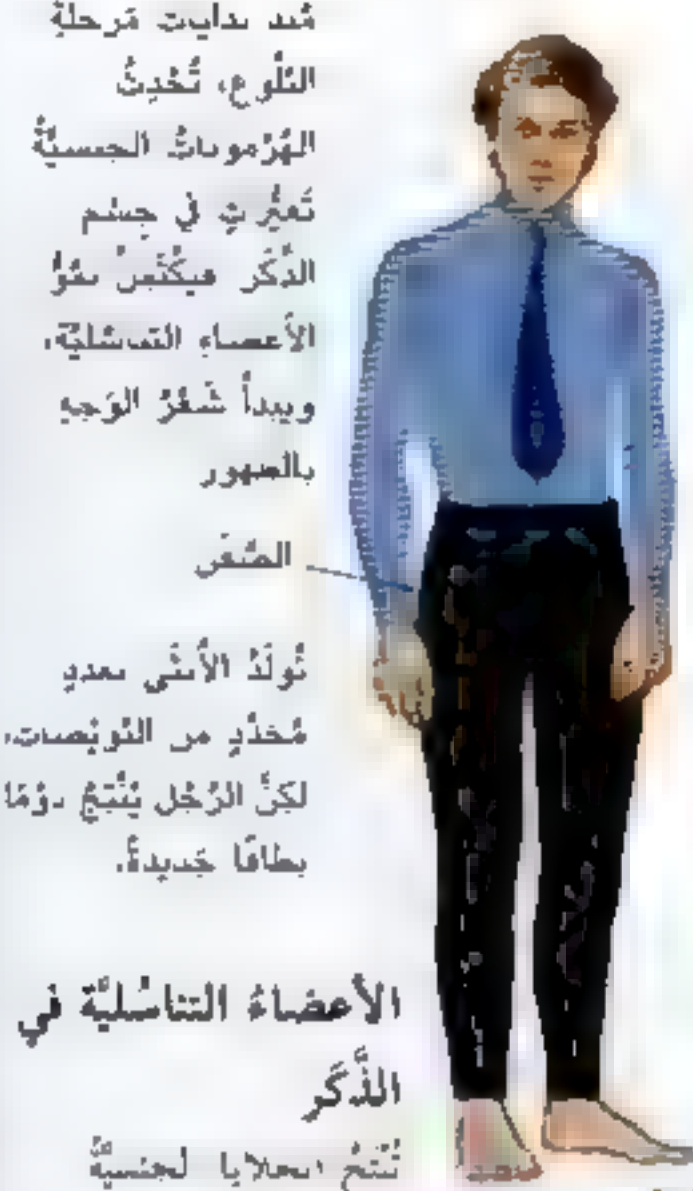
أنت، ككل كائن بشري في هذه المعمورة، بدأت حياتك كخلية مخصبة (زيجوت) تكونت من اتحاد نطفة من نطاف والدك (خلايا جنسية) ببويضة (بويضة) في أنبوب متصل برحم أمك - يدعى أنبوب فالوب. ثم بدأ تغير الخلية المخصبة مباشرة، فأخذت تنقسم فتيلاً، ثم استقرت في بطانة الرحم - حيث تابعت انقساماتها الخلوية مراراً وتكراراً مغتذية من دم والدتك، بينما جسمك يتشكل ببطء. وبعد تسعة أشهر من الحمل في دفيء رحم أمك وظلمته، أصبحت جاهزاً لأن تولد.



## الأعضاء التناسلية في الأنثى

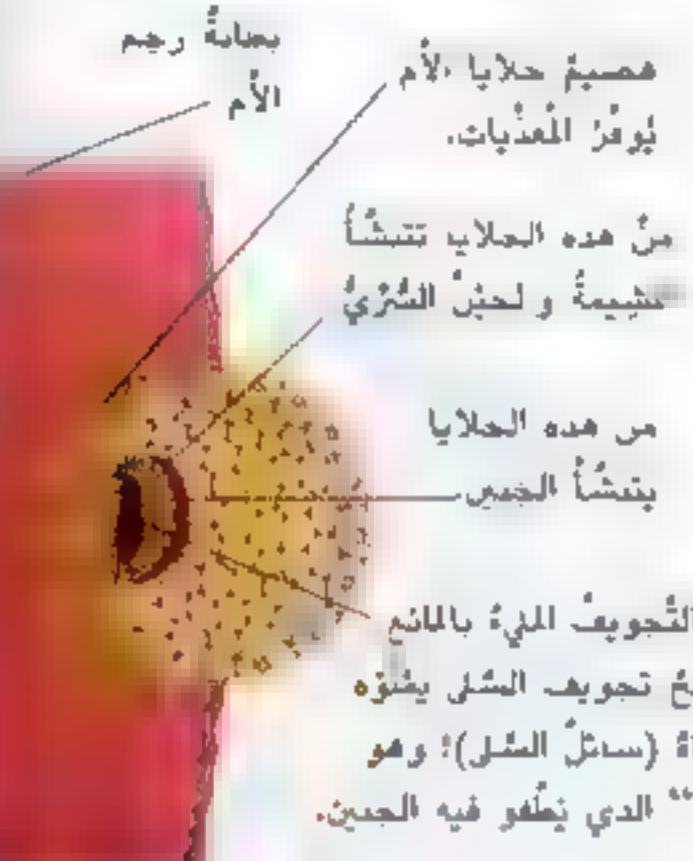
بويضات المرأة تُخزن في المبيضين وهما، بدءاً من عمر يقارب ١٣ سنة، يهلقان مداراة بويضة واحدة كل ٢٨ يوماً

تشكل البويضة الـ كرة  
محوقة من الخلايا تطف في  
بطانة الرحم وتنمو تدريجياً  
إلى مضعفة ثم إلى جنين



## الأعضاء التناسلية في الذكر

تنتج الخلايا الجنسية الذكرية، أو النطاف في الخصيتين وحلال الحماص تمرخ أنطاف سائل من عدّة البروستات تنسج فيه، فيمكنها الوصول إلى البويضة داخل رحم امرأة



**الإنفراس**  
عندما تستقر البويضة المخصبة على حذر الرحم تبدأ بتحكك بعض خلايا الأم، ويغذي بها بدانة وهي تات تحضل على الأكسجين والمغذيات من دم الأم عن عضو إسفحي الشجة يدعى المشيمة (السحج). ويصل المشيمة بالجنين حبل طویل يدعى الحبل الشري، وهو يضم أوعية دموية تحمل إلى الجنين المغذيات والأكسجين وتُحَضِّص من لفصالات وتُنتِج المشيمة أيضاً هرمونات خلال فترة لحمل

لريد من المعلومات أنظر
الثوات ص ٣٣٤
الرئيسات ص ٣٣٦
لشور والتطور ص ٣٦٢
الوراثيات (علم الوراثة) ص ٣٦٤
التاسل الجنسي ص ٣٦٧

**الرحم**  
الرحم عضو يغذي الجنين ويؤويه وتنمو بطنه الرحم تغذي البويضة المخصبة أولاً، ثم المضعفة، وتالياً الجنين. والرحم نفسها عضلية جداً - فهي أقوى عضلات الجسم البشري وهذه تدفع الطفل في المخاض بمساعدة عضلات أخرى في بطن الأم وصدرها

**الإرضاع**  
يقعدي مُعْطَم صغار الثوات بالسر من أثناء أمتهاها بحوي لب الأم مريتا من المغذيات سهل الهضم وكامل الثوار والملاءمة لتغذية الطفل إضافة إلى أنه متاح بسهولة ويسر



## التغيرات أثناء الحمل

يشغل الجنين المتنامي بادئ الأمر خيراً صغيراً داخل الرحم، لكنه في شهره التاسع يملأ الرحم بكامله - صاعقاً معده الأم وحجاب الحاجز ويتكيف حذ الأم مع هذه التغيرات، فيضغ قلبها فريد من الدم لتغذية لحبيبي النامي، وهي تناول كميات أكثر من الطعام لتوفير غذائه. وترايد حجم الثديين استعداداً لإرضاع الطفل بعد الولادة. كما تولد الأم نفسها دفياً لاستقبال الطفل الجديد



# البيئات

البيئة هي مجمل الظروف الطبيعية الخارجية والبيولوجية التي تعيش فيها الكائنات الحية، والبيئات علم يدرس هذه الكائنات في بيئاتها الطبيعية محملاً وتفصيلاً. فدراسة بيئة الحيوان تستلزم لعلماء البيئة تفهم دواعي تصرف الحيوان على نحو معين. لكن البيئات لا تزال علماً «جديداً» والعالم الطبيعي بالغ التعقيد. والبيئون على دراية بوجود المشاكل، لكنهم لا يدركون بشكل جازم مقدار خطورتها ولا كيفية معالجتها.

الطفيل، أحد عوامل بيئة لاربا، وعلى الأرنب العيش في الظروف المختلفة لهذه البيئة فهو بحاجة إلى هواء نظيف للتنفس وإلى ماء نقي للشرب

حيوانات تتطفل خارجاً على فروة الأرنب كالبراغيث أو فتعصبات تتطفل عليه وحللاً كالنكتريا

حيوانات تقترب من الأرانب كالشعالب والفأقم (من ضروب سبت عرس)

## بيئة الأرنب

الظروف التي يعيش فيها الحيوان، وأنواع الحيوانات ولشأنات التي تسوطن منطقتهم، تؤثر كلها في حياته الخاصة لذلك، عندما يدرس البيئون بيئة حيوان كالأرنب فإنهم يدرسون كل شيء حي أو غير حي ذي علاقة بها. وهذا يشمل الحيوانات الضارية التي تقتضيه والطعام الذي يعتدي به والأرانب الأخرى، والطفيل والهواء والتربة في تلك البيئة

مئات مفنك بها الأرنب كالغشيب والهندباء البرية والبرسيم

القرم التي تحفر فيها الأرانب جحوراً تلجأ إليها من عوامل الطقس والصواري، ونحامي فيها صغارها.

حيوانات أخرى تعيش في الموقع نفسه ككبدان التربة

## البيئة البشرية

الإنسان، بخلاف سائر الحيوانات الأخرى، قادر على تغيير بيئته لتلائم مع بعض عيشه. وقد يلحق ذلك ضرراً بالنبات والحيوانات الأخرى فيها. إنسان البشرية عنه بحث في كيفية تغير انشغالهم، ومدى تأثير هذه التغيرات في انشغالهم أنفسهم

## تجميع الحقائق والأرقام

لمعلومات التي يحتاج البيئون إلى تجميعها تطوي على الكثير من الاحصاء والوزن والقياس - على اليابسة وتحت الماء، أحياناً تعدى الخواصيب بهذه الأرقام لا حسان ما يمكن أن تحدثه تغييرات معينة في منطقة ما. ومن ثم يقدم البيئون إرشادات إلى الناس حول أفضل السبل لمعالجة بيئتهم

## إرنست هيكل

كان البيولوجي الألماني، إرنست هيكل (١٨٣٤-١٩١٩) أول من استخدم كلمة بيولوجية (استشاد) عام ١٨٦٩ وعرفها بأنها دراسة لاقتصاد الشيء الأسري لمعتقدات حيوانية. كان هيكل من مؤيدي نظرية دارون لتطور السلوك الطبيعي وطلب أفكاره عن البيئات مسنة حتى حوالي العام ١٩٠٠ حين بدأ البيولوجيون بدراساتها

محدث



# الغلاف الحيوي

الأرض نظام بيئي مُعَقَّد - والأجزاء التي تَسْكُنُها الكائنات الحيّة منها، برًا وبحرًا وجوًّا، تُؤَلَّفُ الغلاف الحيوي. هذا الغلاف محدودُ النطاق يمتدُّ قليلًا (نسبيًا) فوق سطح الأرض وتحتّه. يتألَّفُ الموطنُ الأحيائيُّ من نُطْقٍ بيئية، لها خصائصها المناخية والتّربّيّة والجماعاتُ الأحيائية من نبات وحيوان، تُعرَفُ بالنُّظُم أو المنظومات البيئية. وتَشْمَلُ المنظومةُ عدّةَ أجزاءٍ مُترابطةٍ ومُتكاملةٍ بِشَكلٍ يَضْمَنُ استمراريّتها. وهي رُغمَ تَميُّزها ليست مُغلقة - فالشمسُ والمطرُ يدخلانها، والماءُ ينصرفُ منها، والمُغذّياتُ تأتيها وتُغادرها عبرَ التّربة، وبُزُورِ النَّبَتِ والحيواناتِ تَجيءُ إليها وتُذهَبُ.



## المجال

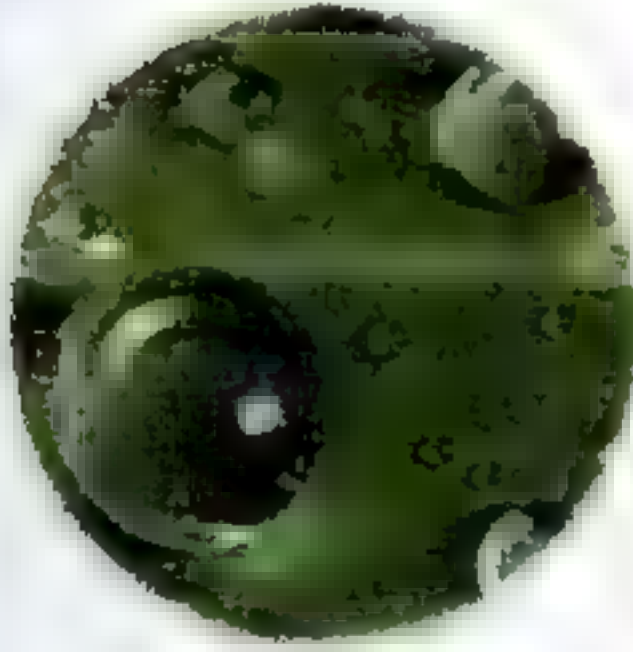
المجالُ موقعٌ بشعْله الكائن الحيُّ في نظام بيئيّ، يشملُ مكانَ عيشه ونوعَ ماكله وتشرّبه وطرائقَ سلوكه وعلاقته بالكائنات الحيّة الأخرى. ويُطلقون على مجالِ النوعِ أحيانًا «النُّشْم»

## الموطن

الموطنُ هو المَثوى الطبيعيُّ لجماعةٍ من النّبات والحيوان تُشكّلُ جديّة. أحيانًا يُدعى الموطنُ البيئيُّ «موقع» النوع، وهو يحوي العديد من المجالات المُتجمّعة الشّجر مثلًا فوطج

## المنظومات كبيرة وصغيرة

النُّظْمُ البيئية قد يَكُونُ كالمحيط، أو نصغرُ منظومةً كقطرةٍ مطرٍ فوق ورقةٍ نباتٍ. وفي كلا الحالتين تتشكّلُ المنظومةُ البيئيةُ عَمَلًا حولَها من نُطْقٍ، وتضمُّ مجموعاتٍ من الكائنات الحيّة تتفاعلُ وتتأثّرُ واحدُها بالآخرى والشجرةُ المُمردةُ منظومةٌ بيئيةٌ كما العنبرُ المُضخمةُ حتّى الحنظلُ الشّريُّ يُمكنُ دراسته كطعامٍ سنّيٍّ مُستعملٍ تعيش عليه مُستعمِراتُ من المِكْرِبَا رُغْمَ



## وحداتُ ضِمْنِ الغلافِ الحيويّ

يُقسَمُ البيئيُّون الغلافَ الحيويّ إلى وحداتٍ أصغرَ لتيسيرِ دراسته. فيمكنُ حينئذٍ مُواءمةُ المعلوماتِ لتُنسَجَمَ معًا في صورةٍ أشملٍ ويُمكنُ دراسةُ نظامٍ بيئيٍّ كمجموع، أو دراسةُ الكائناتِ الحيّةِ فيه إفراديًا

## النظام أو المنظومة البيئية

النظامُ البيئيُّ منطقةٌ مُتكاملةٌ في لغلافٍ لحيويّ تحوي كائناتٍ حيّةً وهو يشملُ الصخورَ والتّربةَ النّحيّةَ وسطحَ الأرضِ ولهواءَ فوقه وتضمُّ عدّةَ فواصلٍ فالعنبرُ مثلًا نظامٌ بيئيّ. أمّا النُّظْمُ البيئيةُ الكُبرى، كالغاباتِ لِنظيرةٍ والصحاري، فتدعى خُيُومات.

## جيمس لفلوك

العالمُ البريطانيّ، جيمس لفلوك (١٩١٩-)، تقدّمَ بما يُدعى «فرضيّةُ جايا» في السّبعينيات من القُرُونِ لِعَشْرين - و«جايا» مُضطَلَحٌ يونانيٌّ قديمٌ بمعنى «الأرض» أو «الإله»

الأرضُ - فنقدَ أن درسَ لفلوك حوَّ المريخ، بدأ دراسةَ حوَّ الأرض، وارتأى أن لحوَّ يُظهِمُه لغلافُ الحيويّ، مُعْتَرِيًا أن جميعَ الكائناتِ الحيّةِ على الأرضِ تعملُ كَحُرَّةٍ من كَدَنٍ واحدٍ يستطيعُ تَغيِيرَ بيئتهِ لتتلاءمَ معَ حَاجَتِها فالجايا تُؤمِّنُ الظروفَ المُلائمةَ لبقائها الدّنيّ. حتّى ولو جعلَ نُوَ لبشرِ الأرضِ غيرَ مُلائمةٍ لبقائهم

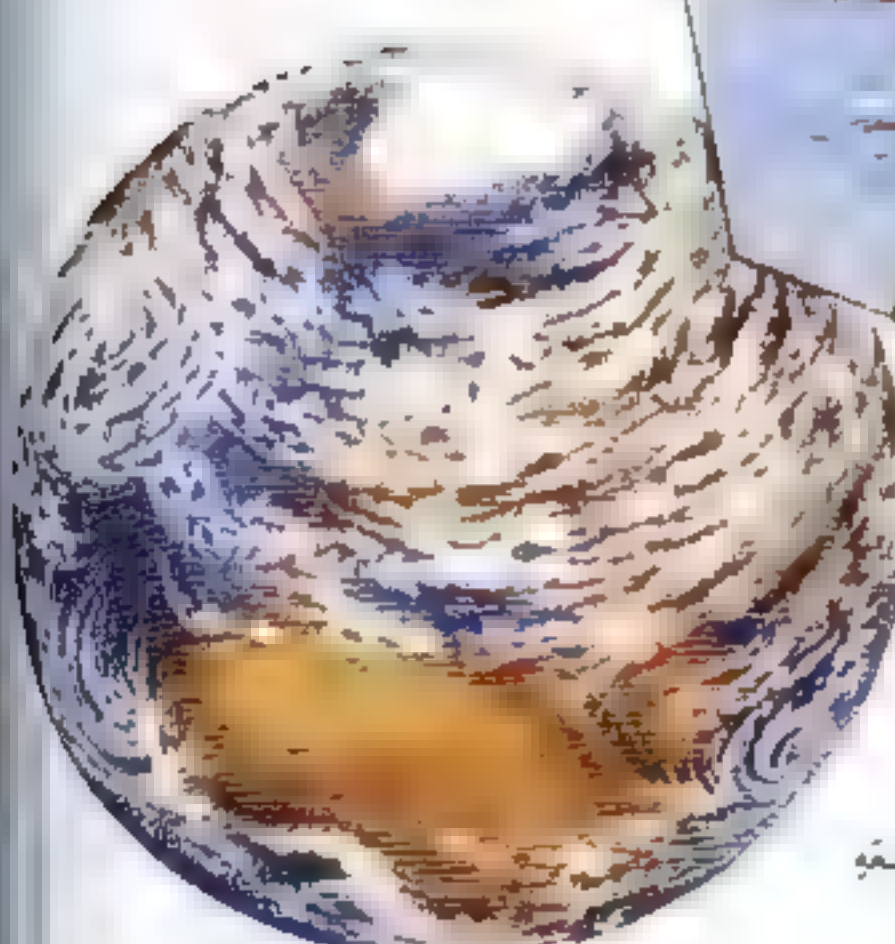


## الغلاف الحيوي

يُعني الغلافُ الحيويُّ كاملَ سطحِ الأرضِ برًا وبحرًا وجوًّا فهو القِسْمُ الحيّ من كوكبنا ويحوي نَظْمًا بيئيةً مُختلفةً عديدةً

## الأرض

الأرضُ هي الكوكبُ الأوحدُ المعروفُ لوجودِ الحياةِ عليه وتُسمّى الأرضُ حوَّ يحوي العاصرَ المُصروريةَ لبقاءِ الكائناتِ الحيّةِ، كما يحمي سطحُ الكوكبِ من الأشعّةِ المُؤذيةِ في إشعاعاتِ الشّمسِ





## النظم البيئية في العالم

تتوزع النظم البيئية على سطح الأرض حسب المناخ بصورة رئيسية. وتختلف النظم البيئية المختلفة بين القارص والجاف في منطقتي القطبين، والحر والرياح في المنطقة الاستوائية. وقد تأقلمت النباتات والحيوانات مع الظروف المناخية، وتوافقت مع لتكوين جماعات وحيوانات مختلفة. وتؤدي كل «حالية» دوراً معيناً ضمن نظامها البيئي خلال تأقلمها على الموارد الضرورية من أجل البقاء.

تقع الأراضي القطبية والتندرا في أقصى شمال الأرض وحبوبها، في القطب الشمالي والقارة القطبية الجنوبية. والأراضي القطبية متجمدة قارسة البر طوال السنة وهي تتدمج تدريجياً في راضي التندرا معينا عن القطبين

الشواجر النخوية مضعها بر وبضعها بحر، وهي تشكل نظاماً بيئياً دائماً التغير يواجذ حول حواف جميع القارات

دخل المذر والمنشآت الحضرية مكان لموسم لاصية الحياة البرية فتتكيف هذه مع بيئة المدينة، وهي دوماً وافر تعرضاً للرياح من لزييف المحيط

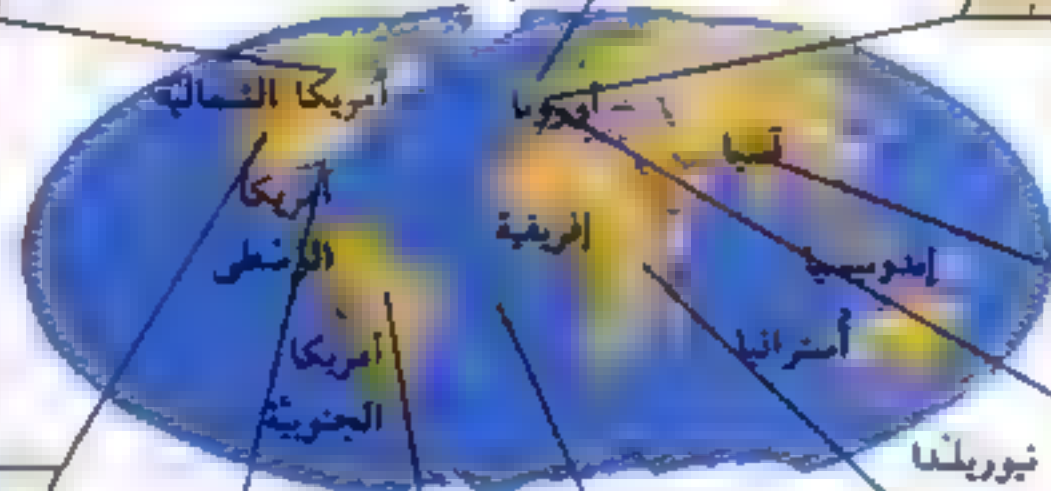
توجد الجبال في جميع القارات وهي تشتمل معظم النظم البيئية الرئيسية لأن الظروف المناخية تتباين عن الارتفاعات المختلفة

الأنهار والبحيرات غطومات بيئية من المياه العذبة، فتواجذ في معظم مناطق العالم.

الشهوب المرحية في آسيا وإفريقية والأمريكتين الشمالية والجنوبية مساحات شاسعة من الأرض تملك الغشب بصورة رئيسية

تتوفد المحيطات أكثر الأنظمة البيئية عن الإطلاق وهي محيطها متصلة مفا

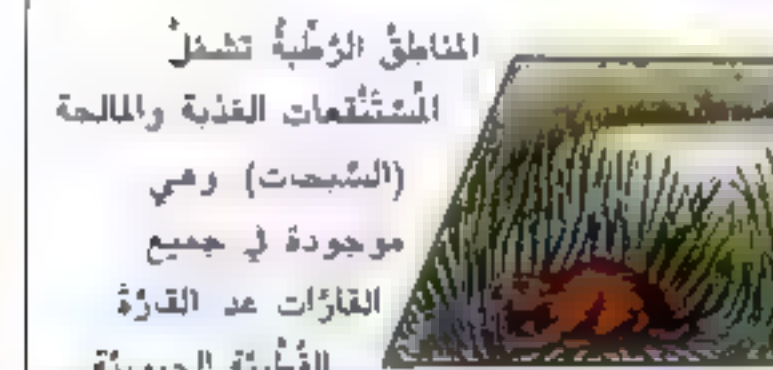
تنتشر الغابات المطيرة المدارية في الأمريكتين الوسطى والجنوبية وإفريقية الوسطى وحبوب شرق آسيا وشمال أستراليا، وهي عالماً قريبة من خط الاستواء فتظل حارة ورطبة معظم أيام السنة.



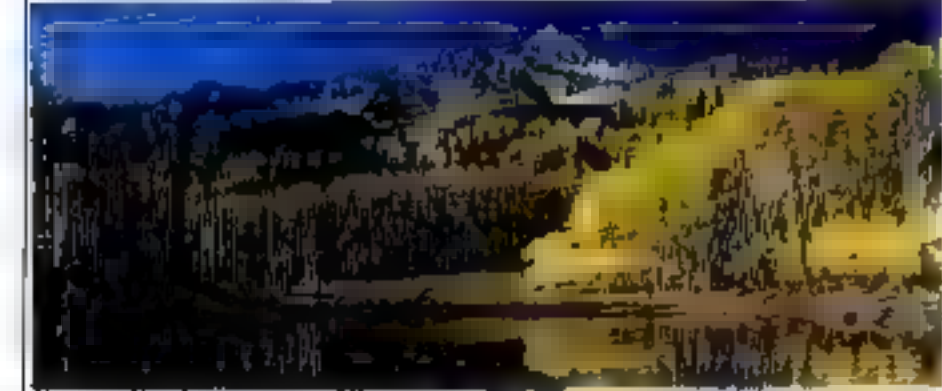
غابات المناطق المعتدلة تحوي الصنوبريات والأشجار العريضة الأوراق، وتوجد في المناطق المعتدلة الحرارة والبرودة حيث تتساقط الأمطار بانتظام معظم أيام السنة



الصحاري في معظمها حارة شحيحة المطر جداً وتوجد في الأمريكتين الشمالية والجنوبية وآسيا وإفريقية وأستراليا



المناطق الرطبة تشمل المستنقعات الغنية والمالحة (السبخات) وهي موجودة في جميع القارات عد القارة القطبية الجنوبية



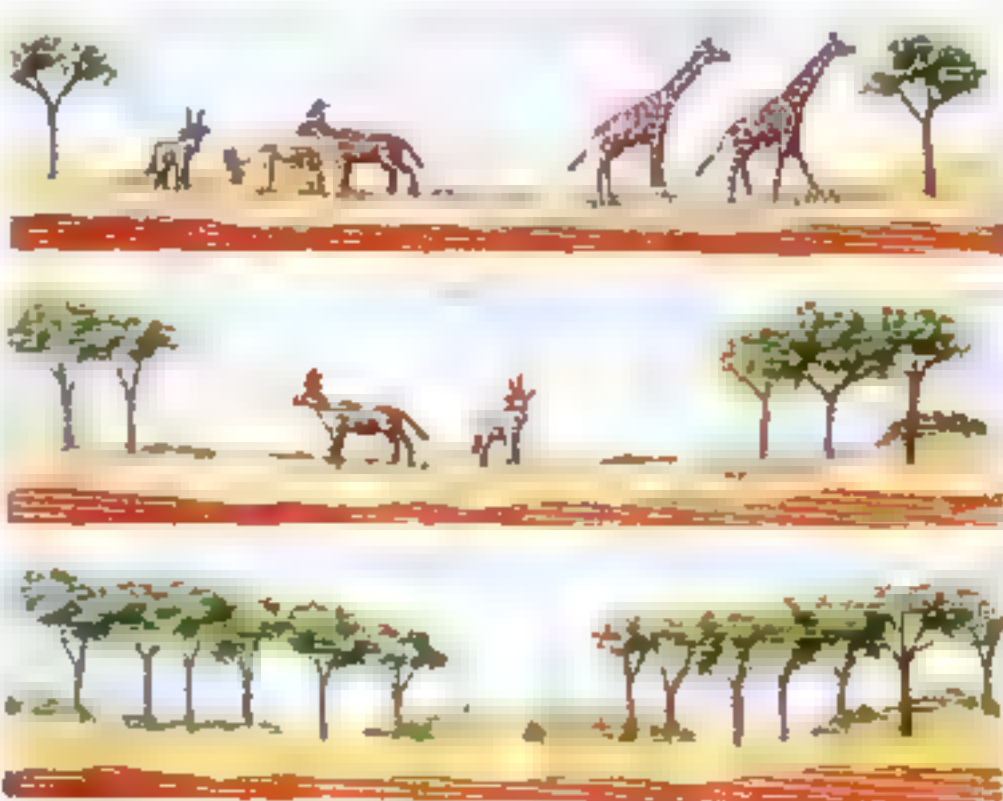
## حدود الأنظمة البيئية

يحدد النظام البيئي عن محيطه شكل ما، إذ يُؤلف محيطه جزءاً من أنظمة بيئية أخرى بعض الأنظمة البيئية ذات حدود متغيرة - كحدود بين عذبة وبحيرة والمناطق والمحالات لبيئية تتغير معاً، لكن الكثير من الأنظمة البيئية تتدخل وسديم معاً وتؤلف منطقة الاندماج هذه مطومة بيئية إنعائية يحتلظ فيها لسات والحيوانات من كلا الطرفين ليشير

الحيوانات الواعية تبقى الشهوب الغشبية على حالها، لأنها تملك بادران الشجر.

إذا تماقصر عدد الحيوانات، فقد تمتد الأشجار وتعمو، فتجذب ضوء الشمس عن الغشب

أحياء تتكسب الأشجار المنطقة وتكون عابة



## التعاقب

تتم احصاءات وتزايد حتى تملع وضع مستقر، يوصف بأوح المجموعة البيئية تدعى عملية تحول من نظام بيئي، كسهب عشبي، إلى عذبة مثلاً نعدنا أولئاً أما إذ دمر النظام البيئي طبعياً أو بفعل إنسان، وسنعد وضعه سابق فهو تعاقب ثانوي

## لمزيد من المعلومات انظر

- المناخ ص ٢٤٤
- البحر ص ٢٤٨
- الأرض ص ٢٨٧
- قدرات في الجلاف الحيوي ص ٣٧٢



# دورات في الغلاف الحيوي

ربما كان بعض جسمك فيما مضى جزءاً من دينصور! ذلك لأن موادَّ جسمك الأساسية قد أُعيدَ تدويرها مرّات عديدة، فاستخدمتها حيوانات ونباتات أخرى قبل أن تُصبح جزءاً منك. فالكائنات الحية تأخذ الماء والكربون والتروجين والأكسجين وتستخدمها لتعيش وتنمو. ولو كانت هذه المواد تُستخدم لمرة واحدة فقط لكانت نفدت منذُ أزمان. إنَّ جميع الحيوانات والنباتات تتنفس وتنمو، ومصيرها أن تموت وتتحل. وبانحلالها تنطلق موادُّ أجسادها إلى الغلاف الحيوي لإعادة استخدامها.

ثاني أكسيد الكربون في الجو

تأخذ النباتات ثاني أكسيد الكربون أثناء التنفس

مرموز الحيوانات ثاني أكسيد للكربون

رؤث الحيوانات يحوي الكربون

تأخذ الساتات الحصراء ثاني أكسيد الكربون في عملية التحليل لصنوني



**التسمم بالرصاص**  
الأذخنة الممتعة من السيارات أثناء حركة السير تطلق ما يزيد على ٢٢٥,٠٠٠ طن من الرصاص في الجو كل سنة. هذا الرصاص ينتج بالهواء ويمتصه البشر والحيوانات الأخرى فيسمم أجسادهم. والأطفال يخاصونهم الأكثر تضرراً بهذا الخطر.

الحيوانات تأكل النباتات وتستهلك كربونها

الساتات والحيوانات تموت وتتحل أجسادها

المالآت (المفككات) كالديدن والبكتريا والفطر تأخذ ثاني أكسيد الكربون باعتدنها وتنفسها

## دورة الكربون

غضن الكربون أساساً أحسام الكائنات الحية كلها. وهو أصلاً من مكونات ثاني أكسيد الكربون في الجو. النباتات الخضراء وبعض البكتريا تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الجو لتضيق عديتها، والحيوانات تأكل الساتات فتأخذ الكربون. وتعاد هذا للكربون إلى الجو كثاني أكسيد الكربون في نفس الكائنات الحية أو في فصلاتها أو حين تموت وتتحل أجسادها.

في الليل، تأخذ النباتات الأكسجين وتطلق ثاني أكسيد الكربون

الأكسجين في الجو

في النهار، تأخذ النباتات ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين في عملية التحليل الضوئي.

تنفس الحيوانات الأكسجين وتزويث ثاني أكسيد الكربون.



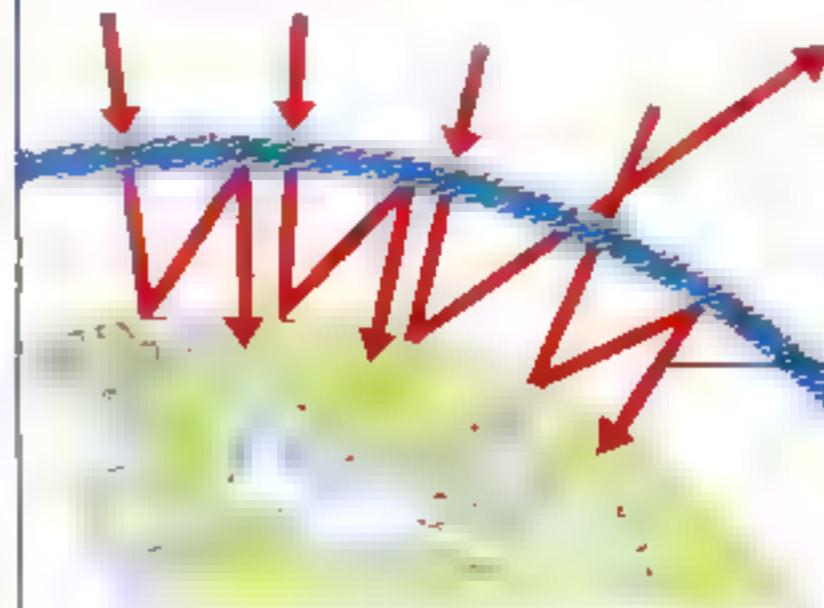
ليل نهار

## دورة الأكسجين

تأخذ الكائنات الحية الأكسجين من الهواء، وتستخدمه لإطلاق الطاقة من الأغذية التي تأكلها. وقد تستخدمه أيضاً مع الكربون والهيدروجين والتروجين لابتداء جريئاب جديدة في أجسامها. وتعاد إطلاق الأكسجين إلى الجو من الساتات الحصراء خلال عملية التحليل الضوئي، ومن الساتات والحيوانات كجزء من ثاني أكسيد الكربون في عملية التنفس.

## الحُموم العالمي

إحراق الرُيوت والمُخَم والحطب يُطلق ثاني أكسيد الكربون إلى الجو. وقد عدا البعض من هذا الغاز يُؤلف «دثاراً» مُكثراً حول الأرض تعمره معظم الإشعاعات القصيرة الأمواج الواردة من الشمس، لكن معظم الإشعاعات الطويلة الأمواج الممتعة من الأرض عاجزة عن احتراقه - مما سبب، ولا يزال، التسخن المُتزايد في جو الأرض (الحُموم العالمي) بتأثير ظاهرة «الدثت».



تنشط الإشعاعات بطول الأمواج مُرتدة من سطح الأرض «والدثار» المُكثف



## دورة التَّروِجِين

جميع الكائنات النحبة يحدّث إلى سُروحهم لضع الهروبيات؟ نكث  
معظمهم لا يستطيع استخدام سُروحهم الهواء مباشرة لذا سعي  
تثبّت سُروحهم. أو اتّحدّه معاصر أخرى لتكوين  
أشجار أو الثمرات النباتات تستطيع امتصاص  
أشجار، والحيوانات تأكل اشجاراً محضاً على  
حاجتها من السُروح وتتم عملية اشترت بواسطة  
كثيراً الثمرة أو طحون والأشجار وتعيش  
بكتوب الثمرة هي الثمرة أو على حدّود سداب  
كالسبي والاصوليه والفون والرسم  
وفي المقابل نفكث اشجاراً ثمرية  
لثمره مصلاب الحي من  
حيوانات والساد وروث  
اشترت منها لإطلاق سُروحهم  
وعادته إلى الحو

الكرامة المرمية بغيره تفسد  
الدُّرُوبُ ويُخلَقُ المُتْرُوحين في الجُورِ

تَأْكُلُ الْحَيَوَانَاتُ أَشْيَاءَ  
وَمَا بِهَا مِنْ بَرِّاتٍ

عَصَلَاتُ الْحَيَوَانَاتِ وَالسَّمَكَاتِ  
وَالْحَيَوَانَاتِ حَيْثُ سُرَّ قَطْعُ  
مُرْتَكَبَاتِ الْمَرْحُوحِينَ فِي الْمَرْحُوحَةِ

نكتريا المترية في التربة تحول مركبات  
النيتروجين إلى يوريا

مَكْنَزُهَا الثَّمَنُ فِي الرُّمَّةِ مَحْجُوزٌ  
الْفَتَى بَعَثَ إِلَى رَدِّهِ

## بثرت في التربة

نمفصل جذور النبات  
المتراصة من التربة.

يتردُّ ثُحارُ الماءِ  
مُتخوِّلاً إلى  
غُيُومٍ.

في التساقط، يعود  
إلى الأرض  
مطلوًا.

ويعود الماء إلى  
الأنهار  
والبحار

## فَرْطُ الْمُغَذِّيَّاتِ

تَكْثُرُ الْمُعْذِيَّاتُ فِي بَيْتَةِ هَاطِئَةِ عَدِيَّةٍ (كَابُخِيرِهِ)  
مِمَّا يُؤَدِّي إِلَى قَرْطِ نَمَاءِ الطَّحَالِبِ. وَهَذَا  
يُعَرِّضُ بَمَاءِ السَّكْرِيَا الْحَمَوِيَّةَ الَّتِي تُحْتَسُّ  
الطَّحَالِبَ الْمَيْتَةَ - مُسْتَفِيدَةً بِدَلِّكَ مَوْرِدِ  
الْأَكْسَجِينِ، فَيَتَعَدَّرُ حَبْنِيذُ بَقْدَاءٍ وَعَيْشُ  
الْمُتَعَصِّبَاتِ عَلَى احْتِلَافِهَا.

بكتريا التربة في خدور النبات تحول  
النشوجين والبروتينات في التربة إلى بروتات،

## الثَّلَاثُ

بصَلَاتِ الْمَصْنَعِ لَوْتِ  
الْعِدِيَّةَ مِنَ الْأَنْهَارِ وَالْبُخَيْرِ  
لَقَصَتْ عَلَى الْحِدَّةِ الْحَرِيَّةِ  
وَبِهِ كَدَسْتُ يُشْكِلُ نَقْطَ  
لُتْسَكْتُ فِي الْخَرِّ خُطُورَةَ  
بَاعَةَ عَلَى الْأَحْيَاءِ الْحَرِيَّةِ، لِأَنَّهُ  
يَحْتَرِقُ وَيَنْفَلُ رَشِي الظُّلُورِ  
وَفِرَاءَ الْحَيَوَانَاتِ فَيُفْجِرُهَا عَنْ  
الْحَرَكَةِ وَتَحْصِيلِ الْقُوَّةِ -  
فَقَمُوتُ جَوْعًا وَتَرَدُّ

الماء في سطح الأرض

الماء السقم  
تساقط مطرا  
جامعا

المطر  
الحامض  
يُثَقِّ السحاب ويروي  
الحيوانات والمباني، ويمتدُّ يوماً  
الانهار والبحيرات والمزارع

مُخْرِجُ الْعَرَابِ  
مُخْلِصُ الْعَرَبِ  
يَهْوَاهُ

وَحَدَّثَنَا  
السَّيِّدُ  
تَحْفَظُ  
الْحَقُّ

## دورة الماء

تسخن لمياه على سطح الأرض،  
في الأنهار والبحار وغيرها، بحرارة الشمس  
وتسخن في الجو ويضغود بحر الماء عالياً في الجو،  
تزد وتكتف قطرات مائه تتجمع سحابة، ثم تسقط مطراً على

مقطع الأرض

المطرُ الحامضُ

الغبار التي تأتي من محطّات اعدده والمركبات  
تخرج الماء في الهواء ثم تستقر مطر  
حارصا يعلو خزاناً من دورة ماء وهذا  
الحارص في ماء المطر يهتد احياء البرية  
في جميع المنطومات التي حشا يستقر كما  
انه يؤثر في سائر الثوب ويثبت  
واحيائها وتغير الرياح تحمل غبار  
الاصولة مملوءة هوية فقد يحدث موت  
في بلاد ما مطر حارص في سبب محاور

تريد من المعلومات انظر

لُكْرُونُ ص ٤٠  
بُرُوحِيَرُ ص ٤٢  
لَاكُجِي ص ٤٤  
بُحَاذُ الْمُتَغَيَّرِ ص ٢٤٦  
يَكُونُ شُعْبُ ص ٢٦٢  
الْمَطَرُ ص ٢٦٤  
يَخْشَقُ ضَوْيُ ص ٣٤٠  
عَدَا يَمْلُ فِي شَبَابِ ص ٣٤١  
لَيْسَ يَحْتَوِي ص ٣٤٦



# البشر وكوكبهم

يُقدِّر العلماء عُمرَ الأرض بِبَضْعَةِ آلافِ مليون سنة، لكنَّ البَشَرَ لم يتواجدوا على سَطْحِهَا إِلَّا مِنْذُ وَقْتٍ قَصِيرٍ جَدًّا نِسْبِيًّا (أَقَلُّ مِنْ ثَانِيَةِ فِي يَوْمٍ). وَبِنَهَايَةِ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ، سَيَتَلَعُّ عِدَدُ سُكَّانِ الْأَرْضِ أَكْثَرَ مِنْ ٨٠٠٠ مِليُونِ نَسْمَةٍ؛ وَهُمْ بِحَاجَةٍ إِلَى طَعَامٍ وَمَاءٍ وَخَيْرٍ لِلْعَيْشِ وَهَوَاءٍ لِلتَّنَفُّسِ وَطَاقَةٍ لِتَشْغِيلِ مَكَانَتِهِمْ. وَكُلُّ هَذَا سَيُنْعَكِسُ سَلْبًا عَلَى الْكَائِنَاتِ الْأُخْرَى، حَيَوَانَاتٍ وَبِدَائِتٍ؛ فَسَيَنْقُصُ مَوَاطِنُهَا الْبَيْئَةُ وَتَقِلُّ مَوَارِدُهَا الْغَدَائِيَّةُ تَدْرِيجِيًّا. لَقَدْ تَسَبَّبَ الْبَشَرُ بِالْكَثِيرِ مِنَ الْمَشَاكِلِ الْبَيْئَةِ الْحَالِيَةِ كَالْحُمُو الْعَالَمِيِّ وَالْمَطَرِ الْحَامِصِيِّ وَالثَّقُوبِ فِي طَبَقَةِ الْأُوزُونِ فِي أَعَالِي الْجَوِّ وَغَيْرِهَا. وَلَيْسَ هُنَاكَ مِنْ حُلُولٍ بَسِيطَةٍ لِهَذِهِ الْمَشَاكِلِ. لَكِنَّا بَشَرًا الْآنَ أَكْثَرَ إِدْرَاكًا لِهَذِهِ الْمَشَاكِلِ، وَوَعِيًّا لِسَبُلِ الْحَدِّ مِنْهَا.



الكيمائيات الحظرة

بعض الكيمائيات التي تُرشُّ بها الزُّرُوعُ سامةٌ للبشر وضررةٌ باليةٌ على بَشَرِهَا. أَسْتَعِدُّهَا بِحَكْمٍ وَدِرَاجَةٍ، وَكَذَلِكَ أَرْدَاءُ مَلَابِسٍ وَهِيَ لَدَاءٌ سَيَعْمَلُهَا؛ يَكُنْ ذَلِكَ لَا يُوَافِقُ دَائِمًا فِي لُحْدَانِ نَاقَةٍ



## الماخوذ والمردود

بِحُضْرِ بَشَرٍ مِنَ الْأَرْضِ عَلَى مَوَارِدٍ عَدِيدَةٍ، لَكِنَّهُمْ يُعْثُونَ إِلَيْهَا عَالَةً أَشْيَاءَ مُؤَدِيَةً كِنَفَايَاتٍ وَاسْتَوْدَاتٍ إِنَّ مَوَارِدَ الْأَرْضِ مِنَ الْخَشَبِ وَالْعَدَرِ وَالنَّقْطِ وَغَيْرَاتِ سَتُفْنُ بِوَقْتٍ لَدَا يَرْتَدُّ عَلَيْهَا إِيجَادُ مَوْرَدٍ أُخَرٍ يُمَكِّنُ تَحْدِيدَهُ قَلَّ نَعَادَ مَا لَدَيْهِ مِنَ الْمَوْرَدِ الَّتِي لَا يُمَكِّنُ تَحْدِيدَهُ

الحشث للمصارر  
والاثاث والورق

الحجارة والطين للبناء،  
والمعادن للعمليات الصناعية

## الانفجار السكاني

عَلَى مَدَى آلافِ السَّنِ حُلَّ عِدَدِ سُكَّانِ عَالَمٍ مُحَدَّدٍ، فَلَمْ يَنْجِ السَّعْدُ (١٠٠٠ مِليون) إِلَّا فِي الثَّلَاثِينَ مِنْ عَرَفِ السَّعْدِ عَنَّا نَكُنْ سَعْدٌ فَقَطْ مِنْهُ سَعْدٌ أَصْفَى لِجَوَارِ ٢٠٠٠ مِليونِ سَعْدٍ كَمَا أَنَّ عِدَدَ سُكَّانِ الْعَالَمِيِّ قَدْ بَصَاعَفَ حَالًا أَوْ ٤٠ سَعْدًا لِحَاصِيهِ فَقَطْ. وَتَعْدَادُهُ قَدْ بَلَغَ ١٠٠٠٠٠ مِليونِ سَعْدٍ فِي السَّنَةِ الْوَاحِدَةِ وَالْعِشْرِينَ أَصْفَى لِنَفْسِهِ تَبَيَّنَ لِبُوتِ الْوَحْشِ تَتَلَاةٌ عَلَى سَعْدٍ بَلَّوْ فِي رُبُو دِي حَسْرَةٍ مَشَارِقِ

## كوارث التلوث

١٩٥٣-١٩٦١ لَأَسْمَامُ بَرْدِ الْمَحَارِ فِي حَنْجِ مِيسَانٍ، سَعْدَانٍ، يَتَسَبَّبُ تَتَبُّ نَدَامٍ لَدَى لَكْثَرِينَ

١٩٧٦ تَسَرَّثُ قُبُورُ الْأَعْشَابِ فِي بِيْشُو، بِيْشُو، يُسَمِّمُ مَنَاتِ الْأَشْجَارِ، وَيَحْكُمُ عَلَى الْحَيَوَانَاتِ الدَّاجِنَةِ فِي تِلْكَ الْمَطْلَقَةِ بِالْقَتْلِ تَحَلُّصًا مِنْ أَصْرَارِهَا ١٩٨٤ تَسَرَّثُ الْكِيمَاوِيَّاتُ مِنْ مَضِجٍ فِي بِيْوِيَالٍ، سَعْدًا، يَفْتَنُ ٢٥٠٠ شَخْصًا

١٩٨٦ حَادَثُ الْمَصَاعِلِ الْوُفِيِّ فِي سِرْبُولِ، بَرْدًا، يُصَنَّبُ مَطْلَقَةً شَدِيدَةً بِالسَّيْمِ لِأَسْعَافِي

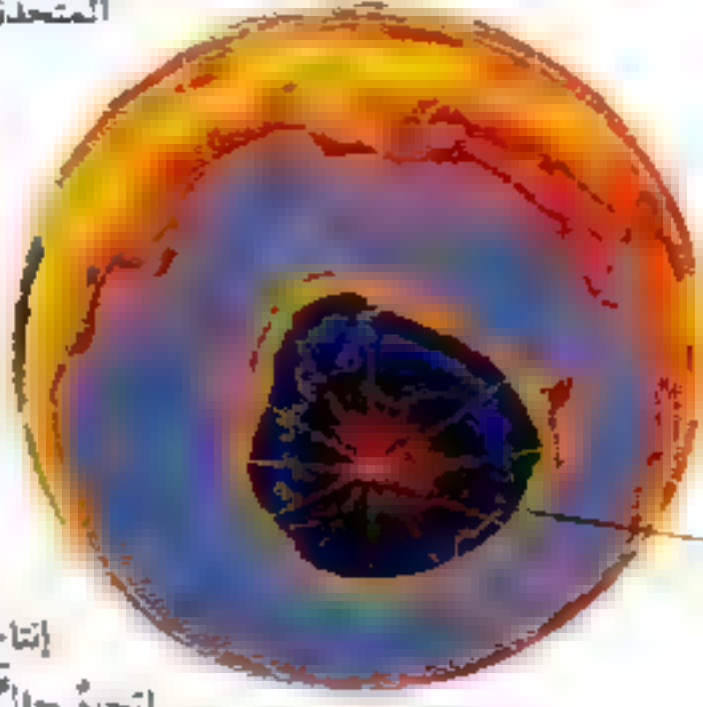
١٩٨٩ صَهْرِيْجِيَّةٌ يَسْرُثُ مِنْهَا ٤٠٠٠٠٠ صِي مِنَ النَّقْطِ مُقَابِلِ سَوَاحِلِ الْأَسْكَافِ يَقْضِي عَلَى آلافِ الْحَيَوَانَاتِ ١٩٩٣ صَهْرِيْجِيَّةٌ يَسْرُثُ مِنْهَا ٨٤٠٠٠٠ طَنٍ مِنَ النَّقْطِ عَلَى مَقَرِّهِ مِنْ حُورِ شَلَالَةٍ، مَاسْكِلَةٍ، مَنُوثٍ الْمَرَاعِ وَالشَّوْاطِيْنَ وَيَقْضِي عَلَى الْحَيَاةِ الْوُفِيِّ فِيهَا





## ثقب في طبقة الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية

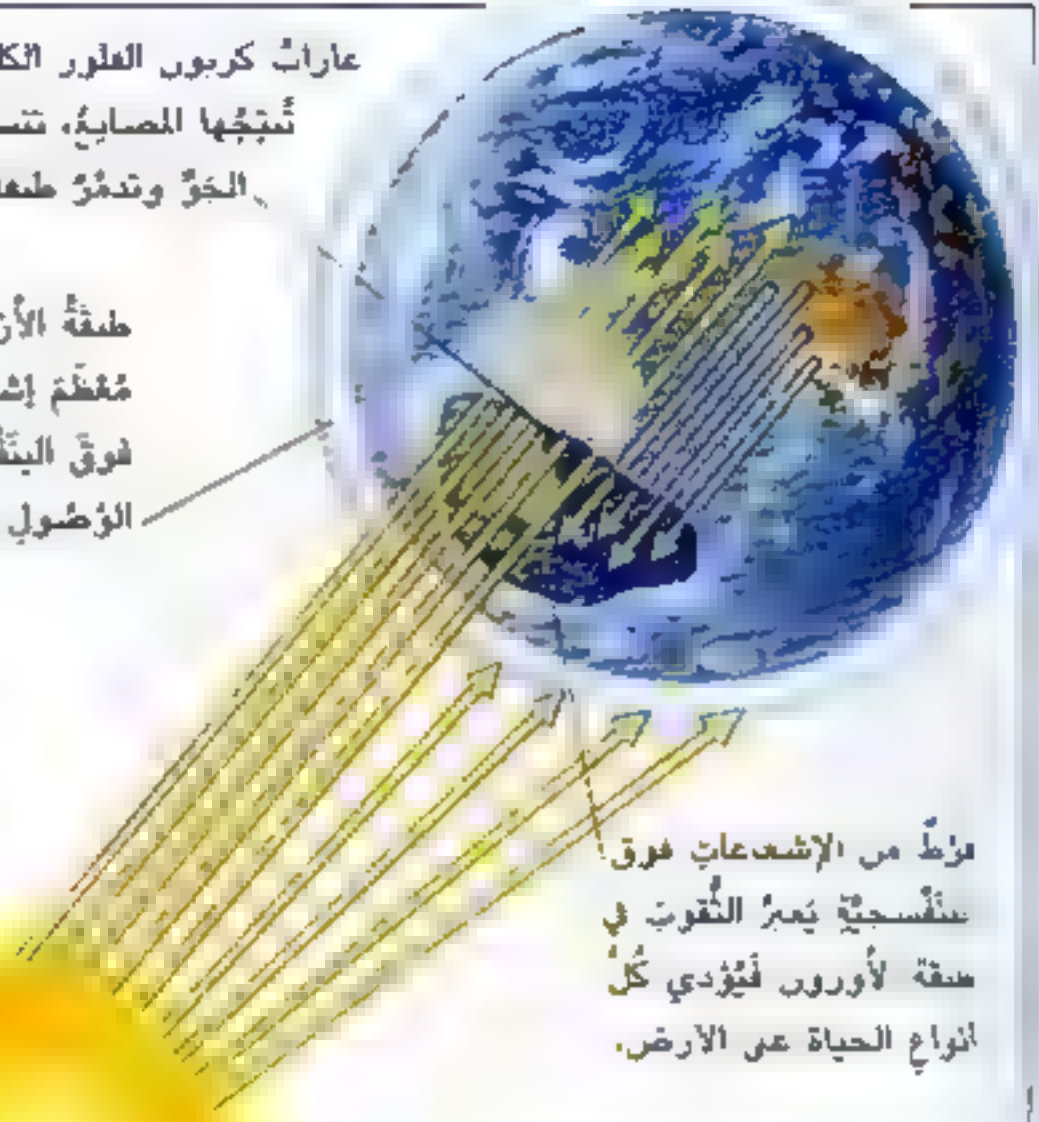
حوالي العام ١٩٨٠، اكتشف العلماء ثقباً يحجم الولايات المتحدة الأمريكية في طبقة الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية. هذه الصورة الملتقطة من الفضاء، تبيّن الثقب بوضوح. كذلك اكتشف أيضاً ثقب أصغر فوق القطب الشمالي، وأن طبقة الأوزون فوق أقسام أخرى من الأرض غدت أرقّ ممّا كانت عليه سابقاً. ويحكي العلماء باللائمة في ذلك، بصورة رئيسية، على غازات كربون الكلور الكلوريني. وهذه الغازات تستخدم في بعض التبرادات والبرادات والمكيفات والمطافئ، وفي إنتاج بعض أنواع البوليسترين ومواد التنظيف؛ وهناك اتجاه حالي إلى أن يستبدل بها بيوها.



ثقب في طبقة الأوزون

غازات كربون الكلور الكلوريني، التي تمتصها المصانع، تتساقط عالياً في الجو وتدمر طبقة الأوزون.

طبقة الأوزون المتكاملة تمتص معظم إشعاعات الشمس فوق البنفسجية المؤذية من الوصول إلى الأرض.



مُرَبط من الإشعاعات فوق سنفسجية يعبر الثقب في طبقة الأوزون فيؤدي كل أنواع الحياة على الأرض.

## طبقة الأوزون

توجد طبقة الأوزون على ارتفاع ١٥ إلى ٥٠ كم فوق سطح الأرض؛ وهي تقي الأرض من معظم إشعاعات الشمس فوق البنفسجية المؤذية. إن ترايد هذه الإشعاعات المفرط قد يعبر البنية الجينية (الوراثية) للسلالات والحيوانات ويسبب سرطان الجلد في البشر. هذا وقد حدثت ثقب في طبقة الأوزون، سمحت بمرور مزيد من هذه الإشعاعات إلى الأرض. وهي القارة القطبية الجنوبية تغطى المستويات العالية لإشعاعات فوق البنفسجية العوالق عن التخليق الضوئي (تحويل الغذاء باستخدام ضوء الشمس) مما يدخل بالسلاسل الغذائية في البحر.

يتألف جزيء الأوزون من ثلاث ذرات من الأكسجين. فعند تلويح غازات كربون الكلور الكلوريني طبقة الأوزون تتفكك بعمل استنويات عالية لإشعاعات فوق البنفسجية شديدة ذرات الكلور. وهذه تتحد مع إحدى ذرات الأكسجين من كل جزيء في طبقة الأوزون لتفككها.

## كواشف التلوث الحية

بدراسة الكائنات الحية، يمكن معرفة مدى تلوث الهواء أو الماء، فبعض الكائنات يحتمل الكثير من التلوث بسبب بعضها الآخر يزكو ويتفرغ في الهواء النظيف فقط. ولأشياء حساسة جداً لتلوث الهواء لأنها تمتص المعادن من مياه المطر بكل سطوحها؛ فتراكم السموم في أنسجتها وتقتلها.

الأشنة المورقة كأشنة اليازيبيا تختلج بسمة قليلة من التلوث.

الأشنة الأزبية الكثيرة تنمو في الهواء النظيف فقط.

البوروكوكس (المخلب المغطى الزاهي الخضرة) فقط يستطيع النمو في جو شديد التلوث. ولا وجود للأشنة هنا.

الأشنة القاسية التفشر كالأشنة الراتورية تنمو في الهواء عالي بسمة التلوث.



الثقب الجردية الدليل، وهي يرقاسك أذياب الحوام (من نوع إريشابلز)، تنفس أكسجين الهواء مباشرة عبر أنبوب طويل يذا تستطيع لعيش في مياه شديدة التلوث.

الدويدات الحمراء، التي هي في الحقيقة يرقات ذباب صغار (من نوع كيروموس) تحتل بسمة عالية من التلوث.

مزيد من المياه العذبة كالبربار جاثاروس يتحمل بسمة قليلة من التلوث.

خواري ذباب الصخور (كالبرلا الشائبة للترقط) تعيش في المياه النقية فقط.

### لمزيد من المعلومات انظر

- الحفازات ص ٥٦
- مصاصو الطاقة ص ١٣٤
- الجو ص ٢٤٨
- التخليق الضوئي ص ٣٤٠
- ذرات في الغلاف الحيوي ص ٣٧٢
- المضلات وإعادة تدويرها ص ٣٧٦
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٤



# الفضلات وإعادة تدويرها

في العالم الطبيعي لا يُهدَر شيء. فهناك كائنات حية تُدعى الحالات أو المُفكّكات العضوية تتغذى بالمواد الميتة والمُتعفنة وغيرها من الفضلات العضوية الدروكة (الخلولة) حيويًا، فتُفكّكها بحيث يُمكن إعادة تدوير مُكوّناتها واستعمالها مُجددًا. لكن إعادة التدوير الطبيعي هذه تختلُ بضخامة كمّيات النفايات الناتجة من استعمالات الناس اليوم؛ وهي في مُعظمها، كالشك والزجاج ومُعظم اللدائن، غير دروكة حيويًا. فهذه إن زُميناها كما هي، قد تبقى دون أنحلّالٍ مئآت السنين، حتّى ولو تأكلها الصّدا أو تفتت قطعًا صغيرة، لأن الحالات لا تستطيع أكلها؛ فتظلُّ تلوثُ الحوّ واليابسة والماء. ويُمكننا، بذل زمني هذه الأشياء، إعادة تدويرها بإرجاعها إلى المصانع لِتُستخدم مُجددًا. كما يُرتجى تجنّب استعمال المواد غير الدروكة حيويًا، والإقبال على شراء الأصناف المُغلّفة أو المُعبأة بمواد دروكة حيويًا والأقل تلويثًا للبيئة.

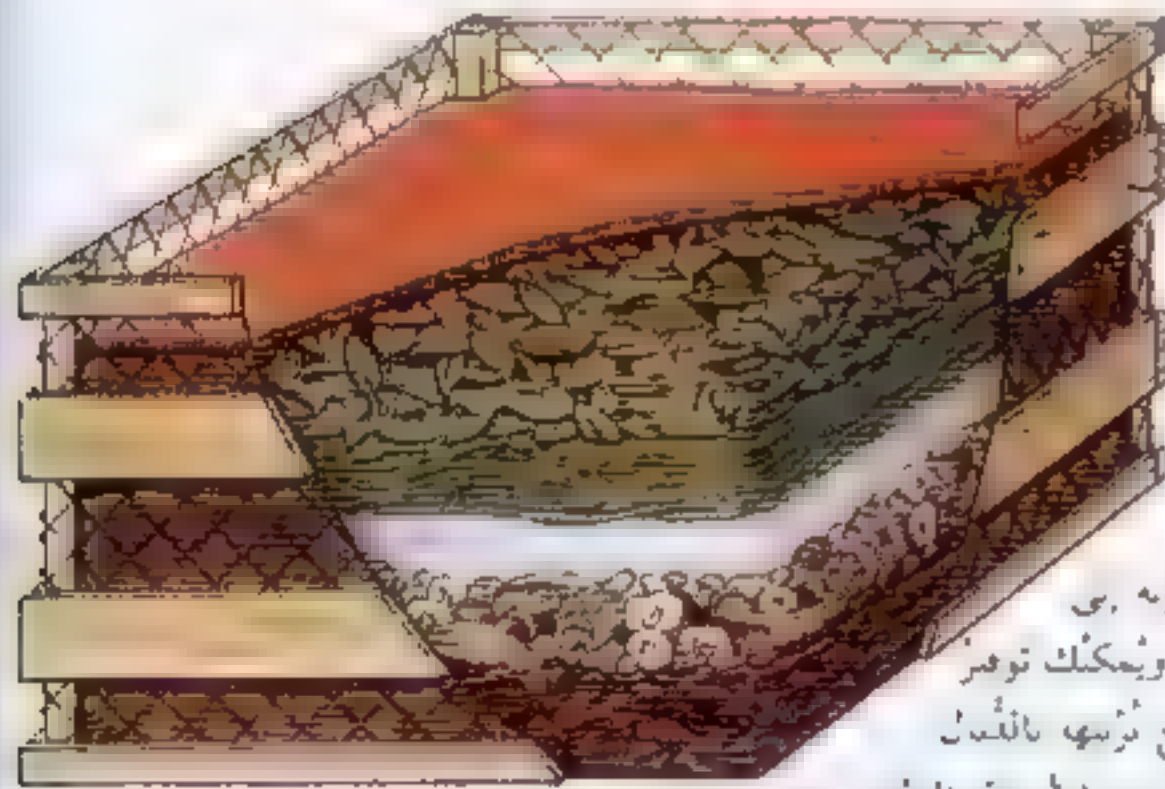


## الحالات

لكائنات الحية يُعدّ تدويرها طبعًا سمف (برقيات) اندب على هذه الزبد لهه هي حالاتها وهي، كب الحالات والمفكّكات الأخرى تُساعد على تطف انه وحفر مواد الفضلات العضوية مساحة مُجددًا لاستخدام السات والحيوانات الأخرى، فعندما تصكّك المواد وتحلّ لها دفقة، تستطيع البكيرا والمطر، وهي الحالات الرئيسة مُدسحب

## مكبّات النفايات

النفايات البشريّة لا تُد من طزحها في مكبٍ قما ومُعظم وسائل الحفص منها قد تُصرّ ساسيه. فالكثير من النفايات البشريّة يُطرح في خمر صخمة كموقع ردم وتقوم حرارت نيله صخمة بمرشها ودكها شعل حرًا أقل كما تُعطي دشارب ونك يومًا لمنع البقور والحيوانات من الاعتد، عنها وبشر لامراض لكن هذا إن أحس النفايات البشريّة، فله لا يمنع لوسائل النقة من سُروب إلى المياه جوقية؛ كما إن ارتفاع الحرارة في مقاميرها يتسبب عاربه لهوة قد تتحرر وتُسبب الحرائق



غطّ المذلة (كومة الدمال)  
سجادة قديمة أو بالحش  
لعط الحرارة في داخلها.

## كيف تُعدّ مذبلة (لتسميد مزرعواتك)

أوراق انساب وأحراوه الأخرى البنية تحلّ في التربة، في مُعديب يُحضن بها الزرع ويُمكنك توفير سماء إصافي لحديقك بمرح ترسها بالليل بدل أن يرمي الخضر والأرهار والأوراق البنية، من الحديقة. تُمكنك تخميرها في مذبلو نُعدّها كما يلي في روع من الحديقة، حنق طبقات من الفضلات البنية في حاوية مُاسية مُعطيّة كور طقة دشارب لحفظ الحرارة المُولدة من فعل الحالات فيها تُنّ مُعدّبة رطة لأن الحالات تُنط في ظروف الدفء والأضوء. وانتظ عدة شهر ليكوّن مذبل حادز من أجود مواد لهوة حول المذلة لأن درجة الحرارة ترتفع في ثامها، وقد تنتهي بها العار المُتوتد

## مُعدّل النفايات

في اللدن المُستخدمة صاعيًا، حيث تُسود أساليب الحياة العضوية، تُريد نفايات العائنة المُتوسطة على الطل سويًا وتُتألف هذه النفايات في مُعظمها من ورق التغليف والفضلاب البهيجية والكثير من هذه يمكن إعادة تدويره واستعماله مُجددًا

صندوق النفايات لعائنة  
فتوشطة

١٣ ورق وكرتون

٢٢ فضلات مطبحة

١ زجاج

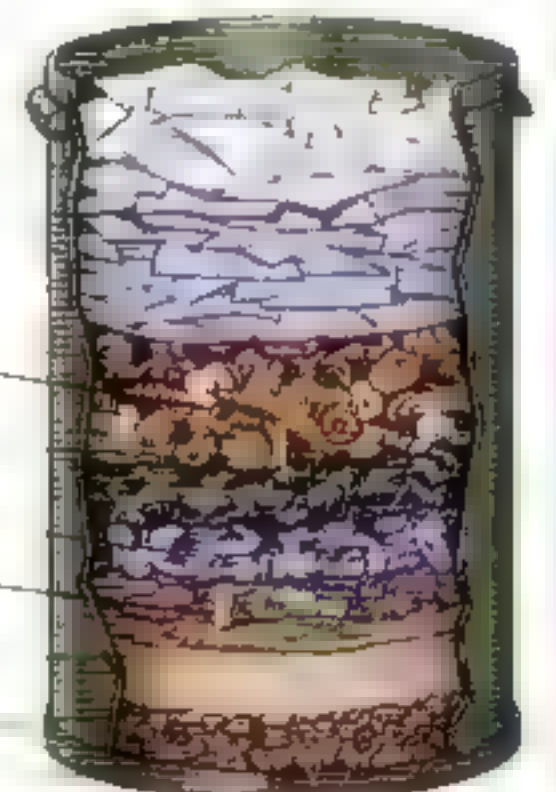
٩ فلزات

٥ لدائن

٢ أقمشة

١ غبار

١ نفايات أخرى



## لمزيد من المعلومات انظر

الجرائيم (البكيرا) ص ٣١٣

النصريات ص ٣١٥

التعدي ص ٣٤٢

قورات في الغلاف الحيوي ص ٣٧٢

الشُر وكوكبهم ص ٣٧٤

الحفاظ على السه الصعبة ص ٤١٠



# السلاسل والشبكات الغذائية

ترابط مجموعة الكائنات الحية في نظام بيئي، من حيث اغتذاؤها بسلسلة غذائية - يأكل الكائن في السلسلة ما دونه، وبدوره يأكله ما فوقه. فمثلاً في سلسلة «ثعلب - أرنب - نبتة» الأرنب يأكل النبتة، وهو بدوره يأكله الثعلب. النباتات قادرة على تخليق غذائها باستخدام طاقة ضوء الشمس، وتُدعى مُنتجات. أما الحيوانات فلا تستطيع تخليق غذائها ذاتياً، فتتغذى بالنباتات والحيوانات الأخرى، وتُدعى مُستهلكات. أحياناً تتغذى الحيوانات بأكثر من نوع واحد من الغذاء، فتتداخل بذلك ضمن عدة سلاسل غذائية. وتولّف تلك السلاسل حينئذ شبكة غذائية.



## السلسلة الغذائية

سلسلة من الكائنات الحية يُشكّل الواحد منها عذاء للآخر، كسلسلة «ثعلب - الأرنب - الثعلب مثلاً. ولقد تربط حشرات السلسلة لعدّة على ثلاث حلقات أو أربع. بعد الحلقة الرابعة عازماً تكون كمية الطاقة فيها قد انخفضت



## الشبكة الغذائية

قد تشمل الشبكة الغذائية كائنات حية من عدّة منطوقات بيئية، فهي الشبكة الغذائية أعلاه، لحدية بحيرة، تعيش بعض الحيوانات والنباتات في الماء وبعضها الآخر على اليابسة. فالمُنتجات، من نباتات مائية وعوالق مائية، تُشكّل طعاماً لبعض الكائنات (أكلات الثبت) كالعوالق الحيوانية والقواقع والحشرات وبعض الأسماك. والعاشبات بدورها تأكلها اللاحمات (الحيوانات آكلة اللحوم) من حشرات وأسماك أخرى وكبونات. وأي تغيير في أعداد النوع من أي حلقة يؤثر حتماً في نباتات وحيوانات الشبكة بأكملها.

## السُّم في سلسلة غذائية

تتراكم السُّم بالانتقال عبر السلسلة الغذائية. فالكيمويات السامة التي تُرش بها الزروع، لإبادة الحشرات، تنتقل منها إلى الطيور التي تفتك شرور تلك الزروع. فبداً أكل طائر كبير عدداً من هذه الطيور الصغيرة، تتراكم كمية السُّم في جسمه، وقد تكون كافية لقتله أو لتخلع الأذى منه تصبغ بوضوح رقعة لفتنة جداً بحيث تكبر وتشتد عدم يرحم الطائر الوايد عليها ويدعى هذا التراكم السُّمّي تصحيحاً خويّاً



هرم طاقة

## المُستويات الغذائية

من الوسائل المُستخدمة في دراسة جدلية بيئية تربط كائناتها الحية في مستويات غذائية. ونعتمد هذه المستويات على أعداد أو كتلة (الكتلة الحيوية) الكائنات الحية في المستوى نفسه من الشبكة الغذائية، أو على كمية الطاقة التي يخترقها مجموعة الكائنات في ذلك المستوى. ونرسم هذه المستويات يائياً كمدرج، هرمي عازماً. لأن كمية الطاقة تنافس بالانتقال صُعداً من مستوى إلى الذي يليه

## جوناثن بورت

مُحاضر والكاتب البريطاني، جودث بورت (١٩٥٠)، هو من المعاشطين في تثقيب أساس حول ضرورة الاهتمام بالأرض وبالحياء البرية فيها وقد رُكز بورت جهوده في "سياسة

الخضر"، وتقدّم كمرشح عن حزب الخضر البريطاني في مجلس العموم، ثم أصبح مُديراً لجمعية أصدقاء الأرض. وفي العام ١٩٩٠، تحلّى عن منصبه ليصرف إلى إلقاء المحاضرات والأحاديث الإذاعية والتلفزيونية والكتابة عن قضايا "لخضر" حول العالم.



## لمزيد من المعلومات انظر

- التخليق الضوئي ص ٣٤١
- إسعدية ص ٣٤٢
- الإعلاء ص ٣٤٣
- انهض ص ٣٤٥
- العلائ الحيوي ص ٣٧٠
- الحياة البرية في خطر ص ٣٩٨



# الجماعات الحيوانية

الرؤفة من الذئاب، والقطيع من الطيور، والسرب من السمك، والرؤف من الطيور أمثلة على التجمعات الحيوانية. فقد تعيش الحيوانات جماعات كل الوقت أو تجتمع فقط أثناء التعشيش أو الإغذاء في منطقة وزمن معينين. وكثيراً ما تسود هذه التجمعات علاقات مُحتمية، فيتناسل أفراد الجماعة وطائفة خدمانية كتجميع الطعام والعناية بالصغار والدفاع عن الجماعة كما إن العيش جماعات يُتيح للصغار من الجماعة تعلم المهارات والسلوك الأصح من الكبار. وهكذا تتعزز إمكانات الجماعة في مجابهة نزاع البقاء، وتتنقل معرفة وخبرة الجماعة إلى الجيل التالي.

الذئب السند في القطيع يُحدد مساهمتها برأيتها، فلا تفرقها ذئب من قطيع آخر

تقوي الذئب نفيراً للقطيع المناهضة لعدم الاقتراب من مسطحه

جراة القطيع تتعلم بفرقة الكبار وشحاذة تصرفاتها

الذئب السندة ترفع أذنيه في الهواء وتلصق أذنيه عالياً

تسطار الذئب جماعات، فيمكنها ذلك قنص حيوانات كبيرة كالإبل.

الذئب الحامدة يخضع ديولها نعيم عن خضوعها

يستقي الذئب الخائف عن ظهره استسلاماً للذئب السيد دون شقاومة.

## قطيع الذئاب

أعضاء القطيع من الذئاب (كانيس لوبس) تتعاون على البقاء، بالقنص جماعة والدفاع عن الجراء. فكل ذئب يعرف موقعه ضمن القطيع فالذئب السندة تُفرض على سيطرتها أو تفوقها بأوضاع حسدية خاصة تدعى لغة الحسد. وتستخدم الذئاب الحامدة اللغة نفسها لتعبير عن خضوعها وعرفها سيادة الأسد السيد والسندة لأولاد في الصبيح كالأهل كبير الحشم سليمه. وفي العادة يقتصر إنجاب الجراء على سيدة القطيع

حرة الحط المستقيم من مسار الرقص يمثل الراوية بين الشمس ومكان العدا

## جين جودول

العالمية الانكليزية جين جودول (١٩٣٤ ) بدأت دراسة الشمپانزيات في مخيمه الحيوانات في حوض نهر جومبي في تنزانيا، بفرقية وبعد سنوات من البحث وفهمه جماعات شمپانزي في العدا، توصلت لجودول تفاصيل الحياة العائلية الشمپانزيات وأفضل الطرق لحمايتها. وركزت مؤسسه جين جودول الانثى على أوضاع الشمپانزيات الحرة ومصرها المهدد بحظر الانراض بسبب تدمير مواطنها البيئية وتضييدها والمتاجرة غير المشروعه بها.



## رقص النحل

نخله نحل (ايس مليفا) رقص دائرياً لترشد النحل الآخر في الحبة إلى موقع مورد غذائي جيد وسامت سرعة الرقص عكساً مع بعد المورد عن الحبة - فكلد أزدادت الشدة، كان المورد أقرب

## مستعمرات الطيور

يعيش الكثير من طيور البحر، كالثكنان الاصابع (سولا باشانا) في تجمعات كبيرة تدعى مستعمرات - تقع فيها الطيور متساعدة فقط بعدد ينحدر مدى السفر والتعشيش الجماعي أكثر أماناً، ومحل الإمداد بالحط فيه أوفر



## لزيد من المعلومات انظر

- الطيور ص ٣٣٢
- لرؤسات ص ٣٣٦
- الاعتداء ص ٣٤٣
- الحياة البرية في حط ص ٣٩٨
- حداق ومعلومات ص ٤٢٤



# العشرة والتعايش

أنواع السات والحيوان المختلفة قد تتعايش؛ وهذه العشرة قد تكون مفيدة لِكلا النوعين في تكافل حيوي متبادل، كشقيق النحر السامي على محارة سلطعون؛ أو قد يكون مفيداً لواحد مضرًا بالآخر، كما البرغوث متطفلاً على كلب - بمنص من دمه ويهيج جلده. وقد يكون التعايش مفيداً لأحد المتعايشين ولا يضر الآخر بشيء كسمكة الريمورا (اللشك) في حماية القرش (كلب البحر). ويمكن اعتبار غزو الثعالب ونبات آوى والراكونات والأوبوسومات لصناديق الثعالب نوعاً من هذا التعايش مع النسر.



## الحماية المتبادلة

نمل الشط (من نوع تشودوميركس) يحيى سطح قرون الثور (أكسيا كورنيجرا) في كوستا ريكا. يقرص الحشرات التي تحاول الخيل أحراراً من الشجرة وفي المقابل توفر الشجرة للنمل مكاناً من لتعيش داخل قرونها الكبيرة؛ كما تلتصق الأكسبا إمرارات خنزة تأكلها النمل.



محارة قوغم  
الولب  
(بوكسيوم)  
الدائم

شقيق النسر (كاليكستل برازيليكا)  
يشنصعي العداء من الماء وقد  
يلتقط فئآت العداء الساقط من  
الشرطان (السلطعون)

الشرطان النابك  
(يوبا جورس)  
يريدوكسي) يبحر  
رأسه ويحشيه  
وكلابتيه الاماميته والزوجي الأولين من  
رجليه، خارج المحارة، اثناء تغلّله

## الحماية مقابل الغذاء

الشرطانات النابكة لا محارة ضلبة لها وهي تعيش في المحارة الفارغة لضدقات ممتة، وتنقل منها إلى أحر أكبر عندما تصبى تلك محارة بها. وبعض بعض شقيق النحر فوق محارة الشرطان سامت فحمل الشرطان شقيق النحر إلى ماطن أعداء جديدة ويوفر له عدة إصافاً من فبات طعامه. وفي المقابل يحمي لوامس شقيق النحر بلاسعة الشرطان من أعداء المعدين

القرش المائل في رأس سمكة  
الريمورا (اللشك) يحيى  
سلسلة من لصاص



## في العشرة حيز للتعايشين

نقار النسر الأحمر المنار (نودجوس اريثورنكس) يستم فراء الحيوانات الإفريقية الكبيرة، كالزرافة، بحثاً عن الثرأ والدواب ماصة الدم ليتغذى بها. فيعيد هو عداء، وتفيد الزرافة (حرقاً) كابلوبارداليس) خلاصاً من الآفات المؤذية

الشراكة من نقار النسر  
والزرافة مثل على المكافئ  
الحيوي



حيوض حانيق  
الكزسة القرنفنة  
اللون

سمكة اللشك  
(الريمورا)

## العشرة تفيد الواحد وتضر بالآخر

تكشوت (كاشكوبا ايشوموم) بات عدية الكوروفيل، بعض منفصلاً على سداب أخرى فيسببها فتسببها من عدائها في الشتاء يسمون هذا الساب الهالوك، وهو حافون في مصر

صورة عن قرب لمقطع  
شنتعرص من جذع  
نبات هائل تثبث فيه  
جذور الكشوت.

نحرف جذور الكشوت  
اسخه البياض العائل  
وتعترض شتفة.

## المستفيد أحد المتعايشين

سمكة اللشك (ريمورا ريمورا) لها في أعلى الرأس قرص ماص ينصق بوسمه سمك القرش فتوفر لها لغرض الحماية وبعض بعدا، تلصقه من سفاحه صغامة والريمورا قد لا تبتد سمكة القرش بأكثر من إزالة بعض الطفيليات من جلدها

## لمزيد من المعلومات انظر

شباب لوهريه ص ٣١٨  
مدبيل نحر واشعائق النخرة  
والمرجانيات ص ٣٢٠  
الاسماك ص ٣٢٦  
خلاب ونحرف ص ٣٩٧

حداء اشبات  
العائل



# اللون والتّمويه

الدُّنَابُ الحَوَامِ  
عَبْرَ مُؤَدٍّ بَكْرٍ  
مُشَاكِبَتُهُ سَكْرٍ  
أَوْ الرِّبَابِ تُنْعَدُ  
الْمُقْتَرَسَاتِ عَنْهُ

القَشْمُ السَّفْلِيُّ النَاعَثُ اللَّوْنُ  
مِنْ أَحْمَرَةِ الْعَرَّاشِ الْأَرَوِ  
الشَّائِعِ (بُولِيُونَاتُوسِ  
إِيكَارُوسِ) يُعَوِّفُهَا عَلَى  
بَعْضِ السَّائِمَاتِ

الرَّهَارُ الْقَمْعِيَّةُ  
الْأَرْحَوَانِيَّةُ  
الرَّاهِيَّةُ مَحْدَثُ  
السَّخْلِ الطَّنَانِ الَّذِي  
يَعْتَدِي بِرَحْبَتِهَا  
وَلِي الْوَقْتِ يَمِيسُ  
سَحَرُ الطَّنَانَاتِ  
خَبِيبُ النَّجَاحِ، مَلْفُخٌ  
سَعَصَعًا مَا مَرَّوَهُ  
بَالِيَا مِنْ  
رَهَارٍ

أَلْوَانُ النِّبَاتَاتِ وَالْحَيَوَانَاتِ تَخْدُمُ عَادَةً أَعْرَاصًا  
مُعَيَّنَةً. فَأَلْوَانُ النِّبَاتِ وَأَزْهَارُهُ الرَّاهِيَّةُ تَجْتَذِبُ  
الْحَيَوَانَاتِ الَّتِي بِوَاسِطَتِهَا تُنْقَلُ حَيَاتَاتُ اللَّفَّاحِ بَيْنَ  
الْأَزْهَارِ، أَوْ تُنَشَّرُ الْبُرُورُ بَعِيدًا لِإِنْتِشَاشِ نَبَاتَاتٍ  
حَدِيدَةٍ. وَمِنْ الْحَيَوَانَاتِ مَا هُوَ ذُو أَلْوَانٍ زَاهِيَةٍ  
لِاجْتِدَابِ الْقَرِينِ، أَوْ لِلتَّحْذِيرِ مِنْ سُمِّيَّةٍ أَوْ  
لِلإِيْهَامِ بِهَا. وَالْأَلْوَانُ الْبَاهِيَّةُ تُعَيِّنُ الْحَيَوَانَاتِ  
عَلَى التَّمَوُّهِ وَالْإِنْدِمَاجِ مَعَ الْبِيئَةِ مِنْ حَوْلِهِ -  
وَهَذَا يُمَكِّنُ الضَّوَارِيَّ مِنْ مُقَارَبَةِ فَرَائِشِهَا  
وَمُفَاجَأَتِهَا، وَفِي الْوَقْتِ نَفْسَهُ يَخْدُمُ الْقَرَائِنِ  
الْمُسْتَهْدِفَةِ فِي التَّحْفِي عَنْ عُيُوبٍ مُقْتَرَسِيهَا.

القَشْمُ الْأَعْلَى مِنْ أَحْمَرَةِ دُكْرِ الْعَرَّاشِ الْأَرَوِ  
الشَّائِعِ زَاوٍ يُوَزِّقُهُ لِاجْتِدَابِ  
الْقَرِينِ

الرَّقِطُ لَاحِظٌ وَالشَّيْ  
فِي الْحَرَادَةِ يُعَوِّفُهَا مِنْ  
الْإِعْثَابِ

## من أجل البقاء

الْمُتَوَسِّلُ بِشَكْلِ بَارِدٍ صَرُورِيٍّ بَعْضُ  
الْحَيَوَانَاتِ وَالنَّبَاتَاتِ كَمَا التَّحْفِي وَالنَّمُوَّةُ  
صَرُورِيٌّ نَفْسُهَا الْآخَرُ فَالْكَاثَاتُ أَنْجَحَتْ حِمْلَهَا  
تَحْدِثُ نَوْنٌ وَاسْمُطٌ أَوْ شَكْلٌ لَأَنْتَبَهَ بِهَا مِنْ أَجْلِ الْمَاءِ

أَنْتَرُولُ الْفَرَّاشَةِ  
الْبَهْلُولِيَّةُ (الشَّيْطَانُ لِيُفْسِتَرِي) أَحْمَرُ  
رَاوٍ دُوَّ حُرُورٍ مَابِلَةٌ تُسَاعِدُهُ عَلَى  
التَّحْفِي بَيْنَ أَوْرَاقِ خَشَةِ الرُّبَاطِ  
(لِيُفْسِتَرُولِ) الَّتِي يَفْتَدِي بِهَا.

## تغيير اللون

بَعْدَ لَوْنٍ بَعْضُ حَيَوَانَاتٍ يَتَغَيَّرُ  
لِلْمُطَوَّلِ بَحْثٍ بِعَلَى مُنَمَّوَّةٍ طَوِيلٍ  
الْبَشَرِ وَتَعْدَمُهُ (مَسَلَا لِمَتِ) نَتِي  
أَسْمَرُ الْفَرَزُولِ فَمَعْمُورٌ أَسْمَرُ لَكِنْ  
لَوْنٌ قَرِيبٌ سَحَوَاتٍ شَدِيدَةٍ حَيْثُ يَسَافِقُ  
الْمَلَوْنُ، إِلَى الْأَصْبَحِ عَدَا خُصَّةٍ ضَرِيفَةٍ  
فِي بَهَائِهِ دَلِيلُهُ

الْوَانُ الدُّغْمُوقَةُ الرَّاهِيَّةُ  
تُحْدِثُ الْمُقْتَرَسَاتِ مِنْ  
طَلْعِهَا لِكَرْهٍ

## دُكُورٌ غَنِيَّةٌ بِالْأَلْوَانِ

دُكُورُ الطُّيُورِ فِي كَثِيرٍ مِنَ الْأَنْوَاعِ أَغْنَى لَوْنًا  
وَأَرْهَى اشْتِرَاقًا مِنَ الْإِنَاثِ. وَالْإِنَاثُ تَوَحَّمُ عَالِيًا  
عَنِ سَوَاحِلِ فِي الْغَنَى وَنَفْسِي سَانِعٍ رَسْمٍ  
الطَّبِيعِيِّ أَنْ تَعْمَلَهَا الْأَلْوَانُ الرَّاهِيَّةُ مَدَقًا بَارِزًا  
لِلْمُقْتَرَسَاتِ. فِي السُّورَةِ أَعْلَاهُ فِرْقَانِ دُكُورٍ  
(فَرِجَاتَا مَبْتَرٍ) يَتَغَيَّرُ حِرَاةُ الْخَلْقِيِّ الْأَحْمَرِ  
مَحَالًا لِأَحْمَدِ بَنَاءً

## لمزيد من المعلومات انظر

- بُظُورُ (الْبَشَرُ مَاتَحُولُ الْعَصْرِيِّ) ص ٣٠٨
- الرَّهْرِيَّةُ (لِبَاتَاتِ الرَّهْرِيَّةِ) ص ٣١٨
- الْمُفَصِّلَاتُ ص ٣٢٢
- طُيُورُ ص ٣٣٢
- الْإِعْدَاءُ ص ٣٤٣
- الْحَوَاسِ ص ٣٥٨



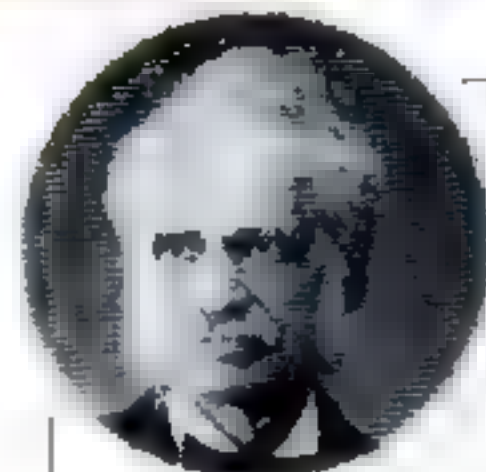
الصَّبِيُّ الْمَحْطُطُ (الْبُونُجُو)  
(تُوسَرِكْسُ تُونْسَمُزُوسِ)



الْمَرْبُورُ الرَّقِطُ  
(الْبُونُجُو)  
(تُوسَرِكْسُ تُونْسَمُزُوسِ)

## الرَّقِطُ وَالْخَطُوطُ

أَمَّا الرَّقِطُ وَخُصُوصًا فِي  
كُنُوسِهِ الْحَيَوَانَاتِ سَاعِدٌ فِي الْإِتْلَافِ  
لَوْنِهِ وَشَكْلِهِ غَمُورٌ مَعَ الْوَسْطِ  
الْمَحْطُطِ وَالْمَرْبُورِ الْأَرَقِطِ وَالْطَّبِيعِيِّ  
الْمَحْطُطِ بَصُفَتِ رَوْنَتِهَا مِنَ  
الْعِلَالِ فِي الْعَامَاتِ الَّتِي  
يَسْتَوِطَانِهَا. وَنَلَاخِظُ أَحَانًا  
بِوَاخِذِ هَذِهِ الرَّقِطِ وَالْخُصُوصِ  
الْمُتَوَسِّلِ فِي بَعْضِ صَعَدِ  
الْحَيَوَانَاتِ وَعَدَمِهَا فِي الْوَابِ  
الْكَثِيرِ لِمِيقْدُورِهَا أَنْ يَدْفَعُ عَنْ  
نَفْسِهَا أَوْ تَعُوذُ بِالنَّظَرِ عَنِ الْحَظَرِ



## هَنْرِي وَلْتَر

بِيْشَسْ

الْعَالِمُ طَبِيعِيٌّ  
وَالْمُكْتَشِفُ

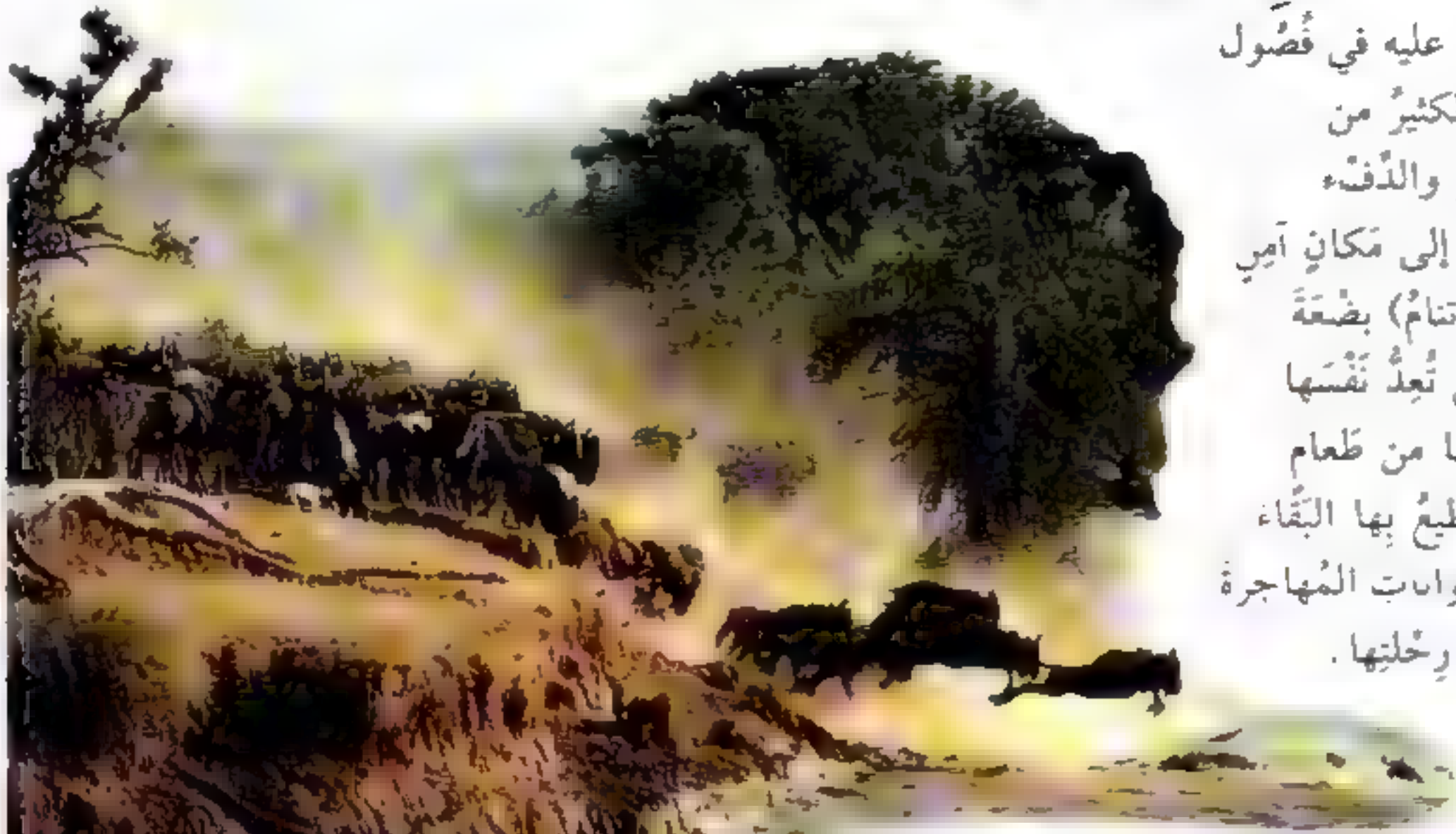
الْإِنْكِلِيزِي، هَنْرِي بِيْشَسْ

(١٨٢٩ - ١٨٩٢)، دَرَسَ التَّمَوِيَّةَ فِي

الْحَيَوَانَاتِ، وَلَحِظَ أَنَّ بَعْضَ الْحَشَرَاتِ  
عَبْرَ الْمَوَدِّ شَبَهُ السُّودَةِ لِكَرْهِيهِ شَكْلًا  
يَتَحَشَّيْهَا الْمُقْتَرَسَاتُ وَيَعْرِفُ هَذَا الْإِنْ  
بِالْمُشَاكِبَةِ السُّنَّةِ وَهَذَا أَرَادَ بِيْشَسْ أَنْ  
تَلْكَ الْمُشَاكِبَةُ تَأْصَلَتْ نَتِيجَةً لِعَمَلِيَّةِ  
الْإِسْحَابِ بِطَبِيعِيٍّ



# الهجرة والإسبات



عندما يَشْخُ الغِذاءُ أو يَعْسُرُ الحُصُولُ عليه في قُصُولِ  
البرْدِ أو الحرِّ أو الجفاف، يهاجرُ الكثيرُ من  
الحيواناتِ إلى مَوقِعٍ آخَرَ طَلَبًا لِلْماءِ والدَّفءِ  
والغِذاءِ. كما تَلْجأُ حيواناتٌ أخرى إلى مَكانٍ آمِنٍ  
في كَهْفٍ أو جُحْرٍ، مثلاً، فَتُسَبِّتُ (تَنَامُ) بِضَعَّةٍ  
شُهورٍ. والحيواناتُ في كَلا الحَالَيْنِ تُعِدُّ نَفْسَها  
للهِجرةِ أو الإسباتِ بِتناوُلِ ما يُمكنُها من طَعامٍ  
يُخْزِنُ طاقَةً دُهْنِيَّةً في أَحْسادِها تُسْتَطِيعُ بِها البَقَاءَ  
دُونَ عِذاءٍ فَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ - عِلْمًا أَنَّ الحَيواناتِ المُهاجرةِ  
تَتَنَاوَلُ ما يَتَيَسَّرُ لَها من طَعامٍ خِلالَ رِحلتِها.

مُسَرَّةٌ سَرَحِي  
الوَهْبي، بَكْبِي

## الهجرة

يهاجرُ حيواناتٌ صَدَدٌ لَمُعدَّةٍ وِذْفٍ، والماءِ و لَمُحَدِّثٍ لِحَيَوِيٍّ أو يُخْذُ عَنِ مَكانٍ  
أَمِنٍ يُرَبِّي فيه صِغارَها. والمعروفُ أَنَّ المَطرَ، كَالْحَرارةِ المُعْطِيةِ وِذْرَاشاتٍ بِقُصْعٍ  
في هِجْراتِها مَسارِبَ أَطولَ من صِوابِها. وفي قُصُولِ الجفافِ الإِفرِيقِيِّ تُزْجَعُ الأَلافُ  
من ثِنايَلِ الثَّو (كُتُوكِينِيسْ نُورْدوس) فَتُجْعَدُ بِحِوْشِ شُجُوحِ السَّلالِ لِإِزْعَمِي صِغارَها تُشَعُّ  
كَنازِها لَكِنِ أَكْثَرُ من الحَيواناتِ المُهاجرةِ تُقَوِّمُ بِالرَّحْمَةِ الأُولَى بِنَفْسِها، مُسْعِيةً  
مَوقِعَ الشَّمْسِ و السَّحُومَ، وَتُعْتَقَدُ أَنَّ بَعْضَها حَسَّاسٌ لِمَجالِ الأَرْضِ المُغْطِيةِ،  
وَأَنَّ الأَسْماكَ و لِحِسانَ بَهْدِي دَسارَتِ السَّحْبَةِ

قُصُولُ المَطرِ السَّيْوِيِّ  
بِإِزْعَمِي مَالِاسْعادِ  
شَمالاً

قُصُولُ جافٍ



## رحلة ثيائل الثو

الحيوانات المهاجرة

لا تملك آلاف

بكتيريا وهي

التي تتركب برعي ثيائل

الثو في شهور الحوت

الشرقية من كندا وهي ترحل عبر

في القوس الجاف ثم شمالاً نحو لاسك

الأعرج مظهر ثم يعود ثانية إلى الجنوب حيث تكون الأمطار قد عادت

الشهور الغنية بالحيات في جبال مونترونتونغ وتنتج بصوري مفرسة

الثيائل كالأسود. فبعد ما ترحل، بالضرورة، حيث يذهب

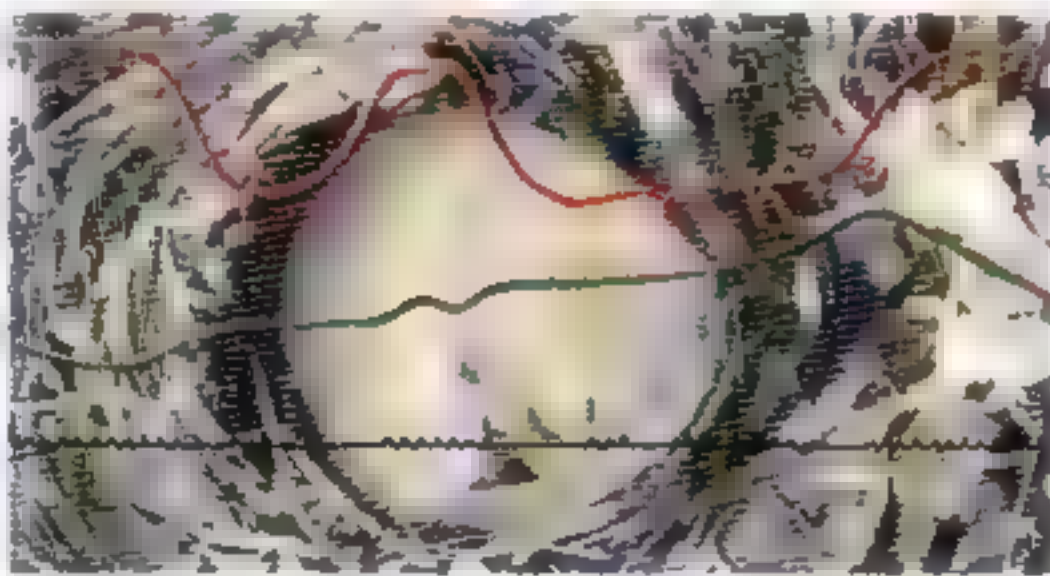
انحاض رحلة  
ثيائل الثو

قُصُولُ رُطْب

درجة الحرارة

الزمن

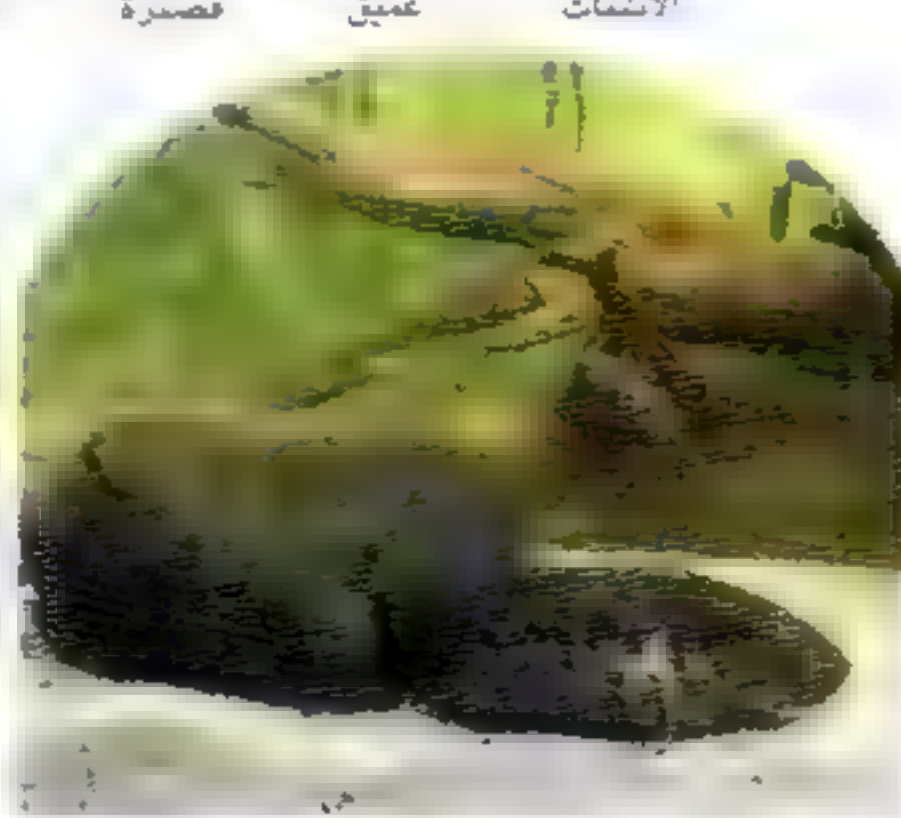
شُرْعَةُ السَّحَابِ



## تجاوز الجفاف

تسوطن الأسماك الرنوية

مُستَقْبَعاتٌ تُفَقِّدُ مِياها في قُصُولِ الجفافِ  
تَتَعَمَّدُ السَّمَكَةُ الرَّنَوِيَّةُ إلى الإِنْجِمارِ في لُزْجَلِ  
مُثَقَّةٍ داحِلِ سَرَفَتِهِ من المُحيطِ لِزُطْبِ ثُغْلٍ  
سُحْرِ الماءِ من حِسانِها. وهي تُسَقِّلُ عِزْرَ عِصْهِ  
من بَواخِرِ لُشْرِيقِها. وبعْدَ عَوْدَةِ المَطرِ، تُخْرجُ  
سَمَكَةُ من شُرْفِها وَتُشْعِيقُ حَيَوتِها. هذا  
طُرُقُ من الإِثباتِ في طُرُوفِ الجُحْرِ و لِحِسانِ  
تَدْعِي انْتِصافِ أو الإِسباتِ النُصْبِيِّ



السَّمَكَةُ الرَّنَوِيَّةُ الحَدِيثُ مَرَبِكِيه  
(لِبَيْدِ سَفِيرِ پارادوكسوس)

## الإسبات الشتوي

يُفَرِّدُ الأَسْطِعةُ الحَيَوتِيَّةُ خِلالَ لَأَكْسادِ الشَّوْطِيِّ، بما تُثَبِّتُ لِحَيَوانٍ حَيًّا  
تَمُتُّ فَتَهْطُ دَرَجَةُ حرارته بِجِسمِها إلى ما فوقَ دَرَجَةِ حرارته لِجَواءِ  
بَعالِ، وَتَبْقُصُ صِرايِبَ الفُكِّ وَتُخْضِقُ كما يَبدو في مُحَقِّظِ  
لِإِسباتِ أَغْلالِها لِشُرْعَةِ (ماسكاردنوس فِلادلفوس)

## مدى الإسبات الشتوي

بِزَمَوطِ دَراضٍ صَغيرٍ حَقِيقِي  
لِإِسباتِ. هذا المَزمُوطُ الأَلْبِي الأَصْغَرُ  
يُضِلُّ (مَاضُوطُ فِلادلفوس)، مثلاً،  
يُثَبِّتُ دُونَ حَرَكَةٍ في بَعدِهِ كَثَرُ من  
بَضْعِ أَشْجِهِ حَيًّا. بَعْضُ لِحَيَواناتِ،  
كَالذَّبَابِ، خُزْنَةُ الإِسباتِ، وَهَذِهِ تُسَكِّنُ  
عِزْرَها طَوِيلَةً. لَكِنِ صِرايِبُ الفُكِّ  
فَها بِكَادَ لا تُقَرِّبُ، وَإنْ طُرِفَتْ بَواخِرُ  
دَفءٍ، وَهَنا يُشْعِلُ وَبَعدِي



## لمزيد من المعلومات انظر:

- سنة لأرض ص ٢١٢
- الفضول ص ٢٤٣
- المناخ ص ٢٤٤
- البيئة ص ٣٤٢
- حقوق ومعلومات ص ٤٢٤



# مناطق القطبين والتندرا

المسقة القطبية  
الشَّمْصِيَّة

حضر  
يُكون

مسقة  
التندرا

الغارة القطبية الجنوبية

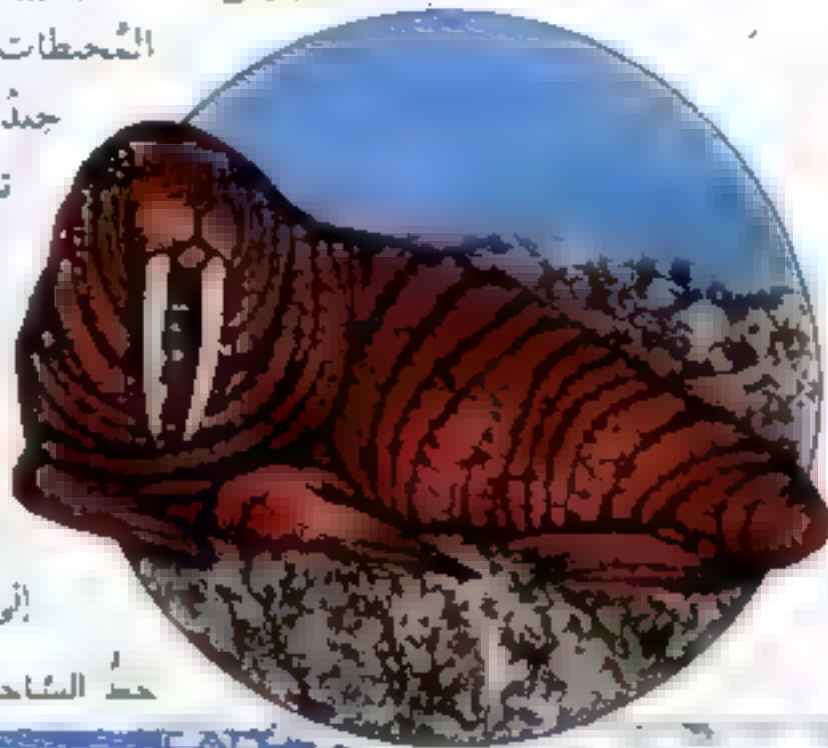
منطقة قطبية

توزيع المناطق القطبية والتندرا في العالم

في أقصى شمالي الأرض وجنوبها توجد منطقتا القطبين الشمالي والجنوبي، وهما أشد المنطومات البيئية قساوة على الأرض. وتعتبر القارة القطبية الجنوبية أبرد مناطق الأرض قاطبة - إذ تتدنى درجة الحرارة فيها إلى ٨٠°س تحت الصفر؛ وتهب الرياح فيها بسرعات قد تبلغ ٣٢٠ كم/سا. وحيث أنه لا يتوافر تنوع حيواني كبير في هاتين المنطومتين، فإن الشبكات الغذائية فيهما بسيطة يسهل الإخلال بها والحياة البرية، بطبيعة الحال، مكيفة للعيش في هذا المناخ.

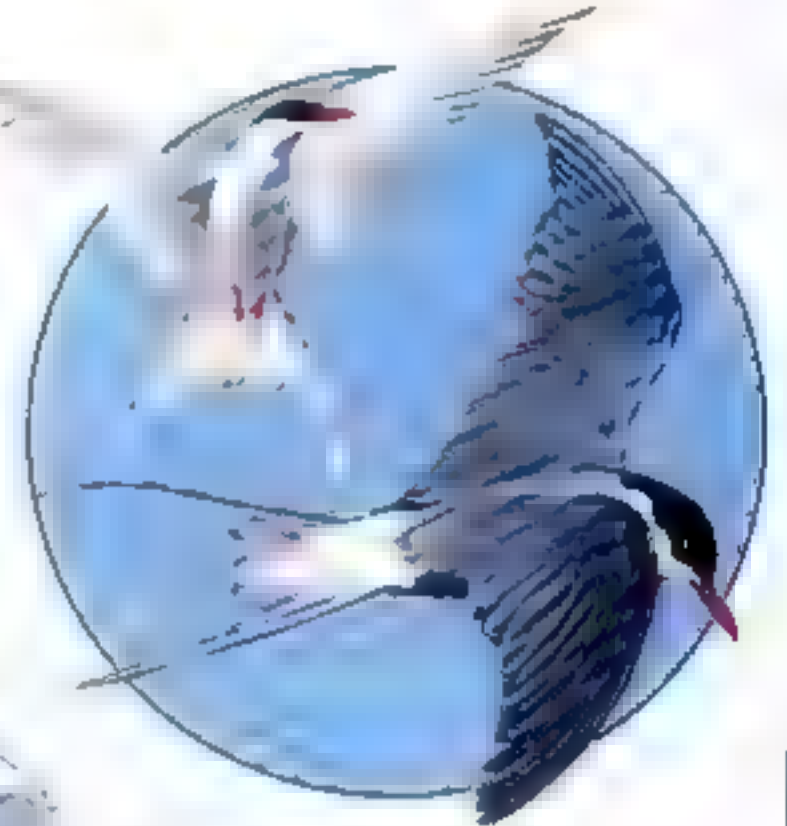
## الفظ (فيل البحر)

يعيش الفظ (أودوبينس روزمارس) قطعاناً في المحيطات القطبية الشمالية، ويحميه جده لعمري وطبقات شحم تحته من البرد القارس ومن تعذيب الأقطاب لأخرى. ويستعمل الفظ دابيه لأفلاق لمحاربي يمتدي بها؛ ويساعد أصول في السكور؛ وقد نُسب طولهما إلى مئة الفظ من القطع



حد الشاطئ

هناك مساحة شاسعة مغطاة بالجليد خزل كلا القطبين. ففي المنطقة القطبية الشمالية، يطفو الجليد فوق البحر، وكثيراً ما لا تتجاوز سماكته بضعة أمتار. أما في القارة القطبية الجنوبية، فالجليد يعطي الكثرة الصحراوية، وتبلغ سماكته في بعض الأماكن حوالي ٤ كيلومترات. وتنتهي حيوانات تلك المناطق البرد القارس بفرانها العليظة أو ريشها الكثيف أو بصفقات الدهن السمكية تحت الجلد - مما يحفظ لها دفئها. وتهاجر إلى منطقتي القطبين في الصيف أعداد ضخمة من الطيور، كالطوق وبظ العنبر، حيث تملأ الصواري وتتوافر لها وفرة من الطعام في ذلك الموسم.



## طائر الخرشنة القطبية (الشمالي)

طيور الخرشنة القطبية (سرد يردني) تربي فراخها في صيف القارة القطبية الشمالية، ثم تهاجر إلى الجنوب لأحر من الأرض لتتصبغ الصيف في عازة القطب الجنوبي. وهي بذلك تعلم سعادتها من ضوء النهار أكثر من أي كائن حي آخر.

## الخوت الأبيض

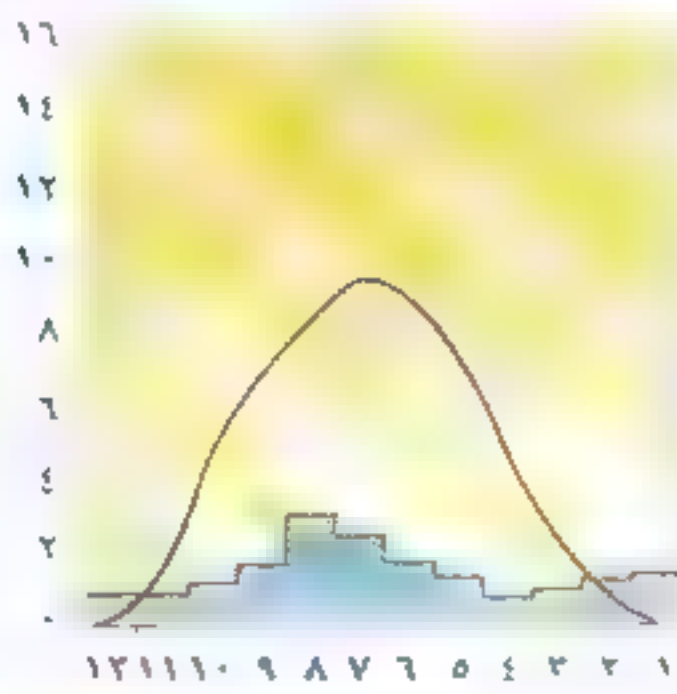
الدب (أو الخوت) الأبيض (دب، رسم أوكاس) قد يطر في مياه القارة القطبية الشمالية على مدار السنة، رغم أن معظم الحيات بروز هذه المنطقة صيف فقط. ويتغذى الدب الأبيض البيض بظوره رئيسية بالأسماك، كالثق والهلوت والحدوق.

## المعدل الشهري لدرجات الحرارة وكميات المطر في جسن

يُكون، بالاشكا

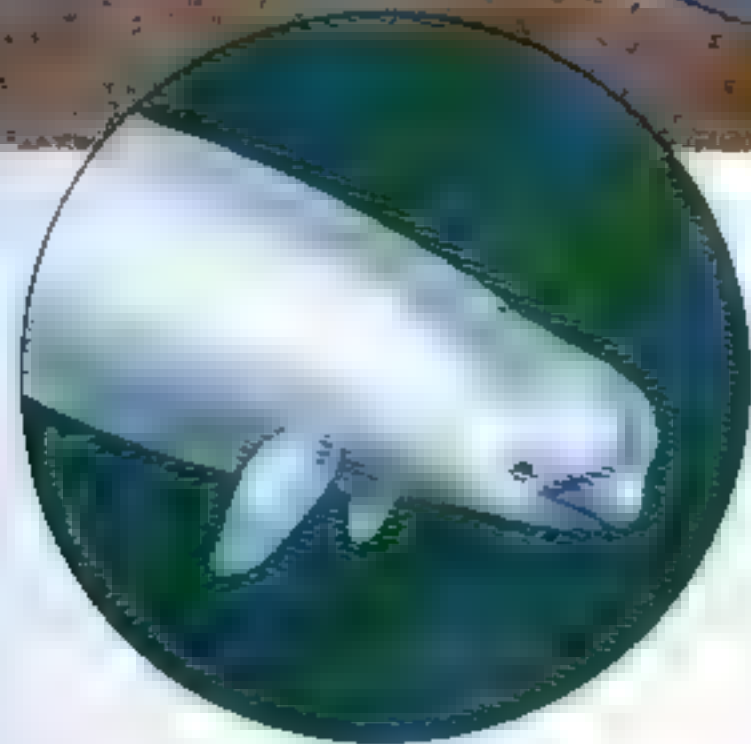
كمية المطر: بالس

درجة الحرارة: نس



## المناخ

مناطق القطبين والتندرا قارسة البرد وبسائط حطر وتبلغ فيها غلب لأن الهواء البارد لا يستطيع حمل الكثير من الرطوبة. وقد تملأ كمية أشع شاف حوز القطبين عن كمية لمطر الشاف في الصحراء الكبرى. ويكون كل من منطقتي القطبين مظلمة كل الوقت طول السنة، أما في ضلوعها، فتتبع الشمس ٢٤ ساعة في اليوم.



## الدب القطبي

يعزو العديط وطبقات

الدهن تحت الجلد تخفف

لدب القطبي (نلاركوس ماريبوس) دفء في المنطقة القطبية الشمالية؛ كما إن الدهن مضد احتياطي للطاقة. وقد تتغاضى ذكور الدب القطبي على قص القمامات (عجول البحر) بيلة الشتاء.



## أراضي التندرا

التندرا أراضي قاحلة تَحْمِلُ لُحْمَ لَيْسِي القطبي الشمالي، يُعْطِيها احمرارٌ وحاشٌ صغيرة سُمُو في جماعات كثيفة حبيصة بعيداً عن مهت الرياح وأوراق الشب دقيقة صغيرة تمنع فقد الماء المتفرط في الصيف، تقف الحشرات، كالبعوض والذباب الأسود من يوصفها المغررة في ثوبه؛ فتعدي دم اللبؤب كدور، كذا في الزئدة؛ وهي بدورها تغدو طعاماً للطيور

طُحْلَةُ الزئدة الحراري  
(من نوع كلابومبا)  
امتثل إشعاعات حطرية  
من الهواء.



## سلسلة التلوث

في العام ١٩٨٦، انقهر الساجل النووي في محطة بقره في شرنوبل بأوكرانيا، فموت الهواء بخرعاب صحيح من الإشعاعات الحظرة، امتصها السحاب فمرت إلى السلسلة الغذائية والإشعاعات التي امتصها طحالب الزئدة، مثلاً، امتصت في أليل زئدة ومنها التي س

أليل الزئدة (رامحبق تاراندوس)  
أكلت الخراز المشقق فعدا لحظها  
طعاماً غيّر صالح للأبتلائين.

## ثيران المسك

سوطن ثيران المسك (أوفوس موسكوس) مياطين تندرا المصصة وهي دث كاء ضروي تُعَرِّه طمات سميكة من المهر نخب حشد في الشتاء، تُزِيل ثيران كُتُوو فوفية طويلا من الشجر نظام نرج وسحق اشتران في حشو سوتفها صغارها طفت للدفء، واقداء من القواري



## بط العيدر

في الصيف، يهاجر بط العيدر (سوماري فونسي) ليعيش في المسطبة المصنة شمالية فمضل لأشئ تغش برش رعي شفة من صندرها بختف دفة الشوص



بط العيدر

تحت سطح  
استندرا يقطن  
توجد طبقة راسمة  
التحسد تدعى الارص  
الخمودنة في الصيف  
تشوع الزئدة عود الارص  
الخمودنة لكن المياه لا محد  
لها مضرها، فمستحق فوق  
السطح مكوثة بركا مستنقعة

## دراسة طبقة الأوزون

يقصد العلماء المنطقتين القطبيتين الشمالي والجنوبي لدراسة طبقة الأوزون فيقومون بإجراء التجارب، على لارص وفي ماطيد، لاحترار سوت نهر وكمة الأوزون إن مشكته الأوزون فوق قطبين حطيرة تدفنها طروف نظف الفصون مستويات الأشعة فوق البنفسجية العالية المنسربة إلى الأرض تُصرُ بالعوالي البحرية، فتعطل بدايات الكثير من السلاسل الغذائية



## البتاريق

تسوطن البتاريق نصف الكرة الجنوبي من ارجس جلاياجوس حتى المناطق القصة وهي لا سطح نظرياً، نكتها ساحة ماهرة نستخدم احدها كزغاف بخديف وهي تلام شوطن بوضع سبوس وتزده افراج وسعض مها كطريق لأدلاي (ينجوسيلس ادلاي) سيز في موقع التفتش أكثر من ٢٥٠

## لريد من المعلومات انظر

- طاعة الزئدة ص ١٣٦
- الغصون ص ٢٤٣
- اشعاع ص ٢٤٤
- طاعة للث في الشب ص ٣٤١
- شجر وكوكبه ص ٣٧٤
- سلاسل وشككت حدثة ص ٣٧٧
- النهضة والإشعاع ص ٣٨١



## أخطار تهدد المناطق القطبية

يمتد خط أنابيب النفط عتر الاشكا مسافة ١٣٠٠ كم - مُتَجَنِّباً أماكن تعشيش الطيور بادره، ومحتسراً في أماكن أخرى لتسمح بمرور الحيوانات ثم حرة تخته لكن إنشاء خط لأديب هد اصغر دسنة وشوش طرق الهجرة التقليدية كما إن الضرافات التي شقت على مقربة من الخط فتحت المضفة للصيد المتخصص



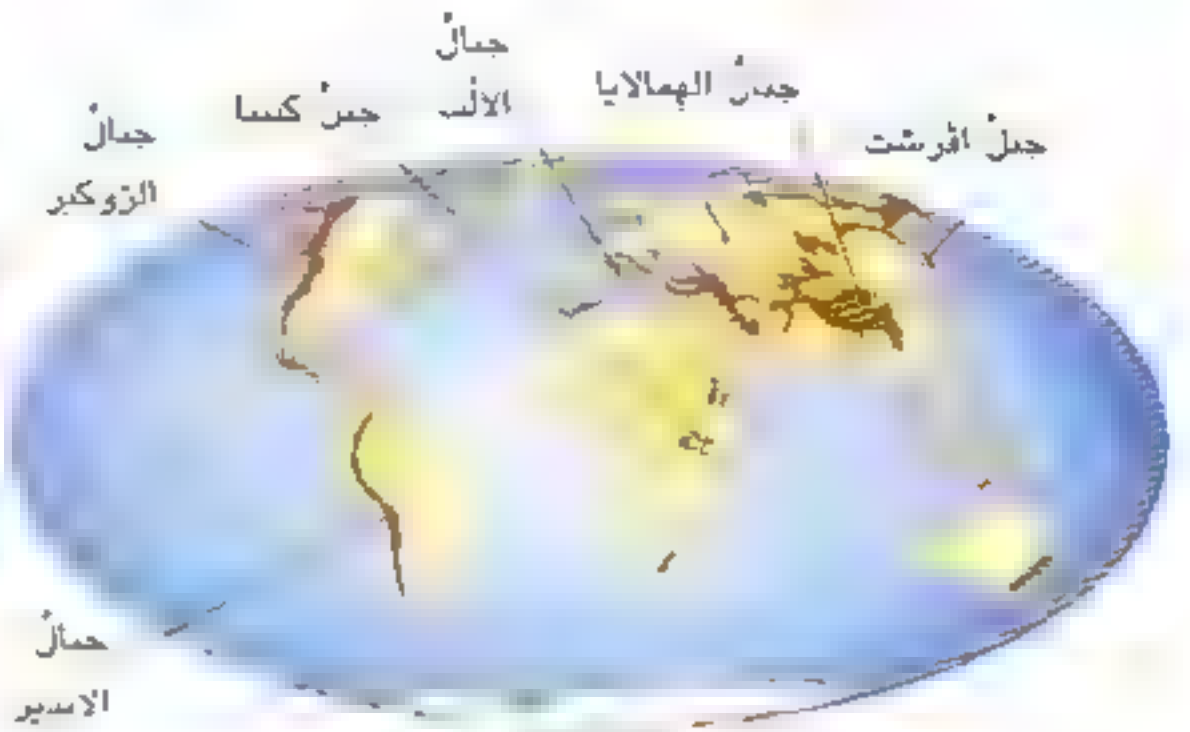
## لافوس الترويح

لصفي بومين، كلافوس الترويح (لوس لوس)، معظم حاش منسرة من سادات أو مبحرة بح سطح شرة في الشتاء، بحفر سرامس بقا بحب تلج كعدلي بقها من راد لارس ويسير عدد سواميس قنة و زيادة سدا وحه كل ربع سوب لريد



# الجبال

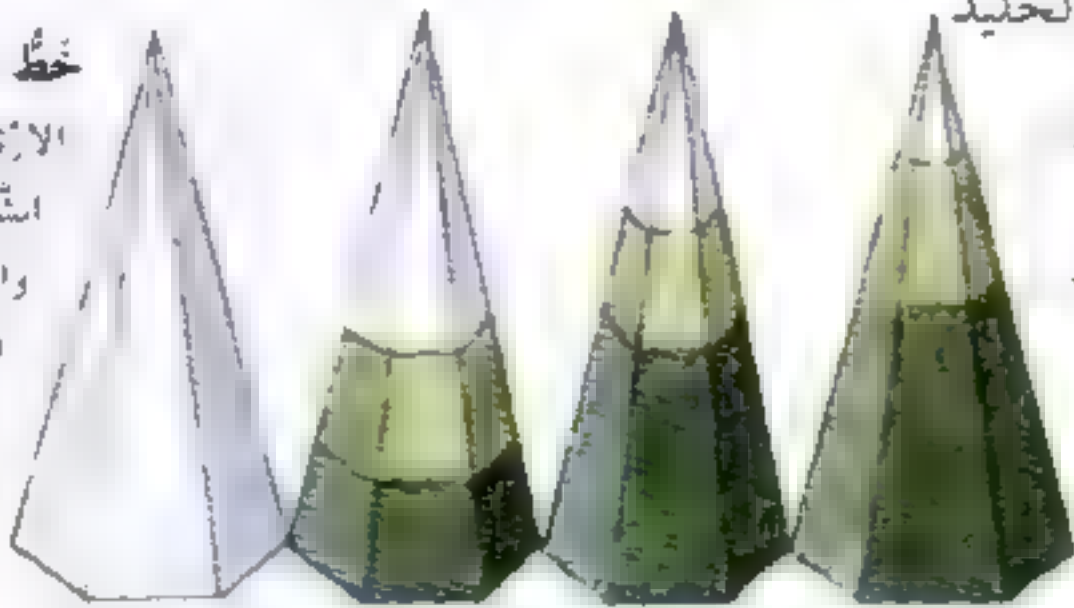
مُناخياً، صُعودُ الجبل أشبه بالانتقال عبر الأرض من خط الاستواء إلى أحد القطبين - نغبر فيه جميع الأنظمة البيئية الرئيسية من جراح في المنحدرات الخفيفة إلى سهوب عشبية وتندرا وتلوح. وتُجابه الأحياء البرية في المنحدرات الأعلى درجات الحرارة الجُمودية والرياح العاتية والهواء المُخلخل. وتُتمو النباتات في تجمعات كثيفة ذات أوراق غليظة رَغِيّة تُخسّر الحرارة وتقلل فقد الماء. ويُغلب تواجد الحشرات اللاخناحية - كَوْنُ الرياح القوية لا تُؤاتي الطيران. وبعض اللبونات الحبيبة مُهاياةً بِقُلُوب ورنات كبيرة تُساعدُها في الحصول على كفايتها من الأكسجين في جو قليل الكثافة. وعادةً ما يُعطيهما كساء فُروي يقيها شدة البرد؛ وقد يَبْيَضُ لون هذا الكساء شتاءً تُمويهها لها في بيئة من الثلج والحديد



توزع الجبال الرئيسية في العالم

## خط الشجر

الارتفاع الذي يتوقف عنده نمو الأشجار بسبب تزايد لدرجات الرياح العاتية يُدعى خط الشجر. الخط الشجري أحياناً خط الشجر هو الحد الذي تتغير فيه طبيعة الغطاء النباتي. تتلوح درماً وتُعتبر رُباعاً هادئاً يحتل على الشجر كما على التلح أو يند عن خط الاستواء



جبل كيا: على خط الاستواء  
جبال الهمالايا: ٣٠ شمالي خط الاستواء  
جبال الألب: ٤٥ شمالي خط الاستواء  
المنطقة القطبية: ٧٠ شمالي خط الاستواء

## من الثلج والحديد

خط الثلج  
خط الشجر

من الثلج المُرَقَط (بأشوا آسيا) دو كساء كثيف يغطى له يمت



النمور - صائد  
عربية ونزلة  
مُتجمدة

نور التبت (مذوكاس نكسيتور)

دو قوائم قوية  
وحواضر كبيرة  
تُمكنه من تسلق  
أسجدرت  
الشديدة  
الاستعداد

حيات حفيضة النوق -  
كانوردية (رودوندرون)  
وامعزعر والبنولاء القرمة

الهند الأحمر (إيلورس)  
فلنكس (مُتسلق ماهر)

## المناطق الجبلية

الجبال عمومًا ذات نُقْط عريضة مُتميزة. تكل منها ساداته وحيواناته هي حال الهمالايا على الحدود بين البيار والهند بعد عادات نصية دافنة في النطاق الشمالي؛ يليه نطاق أترد من الجرح الصومرية. ويمع خط الشجر على ارتفاع ٣٤٠٠ تقريب. وفوق هذا الخط بعد حفظ حبات وحيات حفيضة النوق، تدمع مع الشهور العنينة والصخور العربية تحت لعمم المغطاة بالتلوح

## أخطار تهدد البيئة الجبلية

الأنظمة البيئية الجبلية أقل تفرصاً من بيوات الأخطار المائلة. فالكثير من الجبال غداً التلج الأخير لأنواع نادرة من الكائنات الحية. لكن بعض الغابات الجبلية وجُروود الجنبات طالتها يد التدمير لإنشاء مُنتجعات ومرافق للتزلج. وفي سبل هذه الإنشاءات، من صاتي تشدد تزلج وظرفي ومنحدرات تزلج، تُد سادت حلية ديدة وتُحرف بُرث رُخوة هشة مع ما يُخره ذلك من حلي وحظر على الأحياء الحلية الطبيعية



نمور الهمالايا (برشيتيس)  
استل (بفتق صعود وهبوط في الحمر مع بعير الفضول)

سهل عشبي ألي -  
برحر مالارهار  
والحشرات في الضيف

يعيش الحمار الذي (أكوس) في اعالي الشهور الغشمة صيفاً ويُرحل إلى مستويات اخص في الشتاء

عادةً صومرية ماردة - من اشجار الأزر والصوبير والشوب



عادةً بقصة مُقتلة - من الملوط والوردنات الجليدية (رودوندرون)

عادةً بقصة شته مُقتلة - من اشجار التال والارحون والشاح

## مزيد من المعلومات انظر

- نصاح ص ٢٤٤
- الشح ص ٢٦٦
- الصوبريات ص ٣١٧
- المون واسمويه ص ٣٨٠
- ماطق غطيس واشدر ص ٣٨٢
- اشهور نشتية ص ٣٩٢
- عادت المنطقة المُتعددة ص ٣٩٦



# الشواطئ



مصبّات الأنهر

تلتقي الأنهار بالبحر في مصباتها وقد نشاهد الطيور لحراسة كالنظير الأحمر الشافين (ترنجا توناس)، سائرة غتر المياه الصخرية بحثاً عن الغذاء في الوحل بضاقيها لطويلة، ومصبّات الأنهر كبيرة الأهمية لطيور المهاجرة شتاءً إذ إنّ الكثير منها يقطع رحلته عندها لتراحة ولإعباء

حدود المحيطات البعيدة  
الرمال (الموقيل أرناريا)  
تمتد تحت الرمال في  
شبكة كثيفة تتعاضد  
الرمال بها.



نهر

عاق شاعني

طيور البحر كالعق  
الشافين (فالانكروغوراكس  
اريسوطيس) ولغير  
(مريكيولا اركتিকা)،  
تعتش على سطح في  
مصب من الاعاء

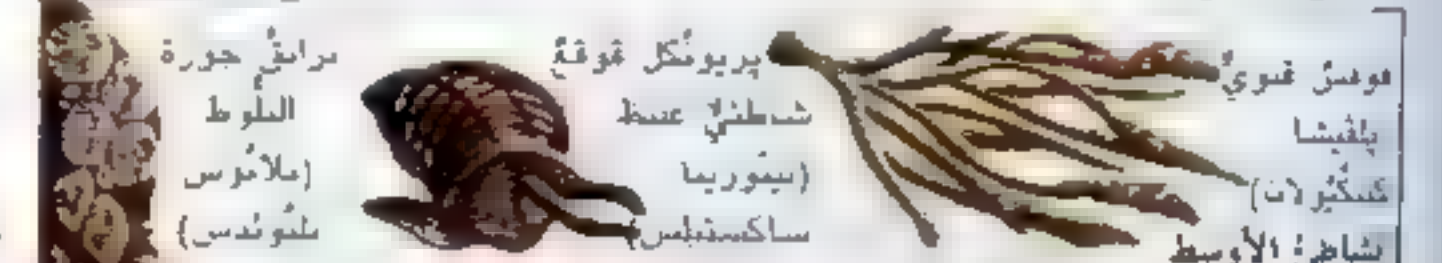


خلال النهار، يض  
المطران المنق (كوريشيس  
كاشيفيلونس) قدما تحت الرمال  
وهو يتنفس بسحب ماء عبر مجشيه  
الأنثوي بشكل اللين يتر رأسها فقط  
إلى الد.

## الرمال الحوة

نحت رمال الشاطئ تتواحد كائنات كالدبدان  
والمحارات مقيمة من ذلك الامواج ومن تجدف  
الهواء عند انحسار المد. ويستضي الكثير من هذه  
الحيوانات فئات الغذاء من الرمال ومن ماء البحر.  
كما تعطي الطحالب ابيخرية منطح الرمال أو  
تظهر في الماء.

لشاطئ الأعلى



## أخطار تهدد الشواطئ

قد يتعكس إساءة الفنادق والمطارات، على  
الشواطئ، تهدد البيئة الطبيعية بها، إذ إنّ الكثير  
من الطيور والرواحل التي تستوطن (أو تعتش  
قرب) الشواطئ يزعجها الضجيج والألوان  
الساطعة واللحاح (السلحفاة البحرية) الصحمة  
الرأس (كارثا كارثا) التي تقصد الشاطئ، في جريه  
راكشس ابوسية، لإوضع البيض، قلّ تعدادها في  
المناطق السياحية، بدأ اصطر حماة الطبيعة إلى  
حماية مواقع تعشيشها. كذلك تتعرض الشواطئ  
للخطر من مكبات القاذورات  
والمجاري والأنسكابات  
المقطعة حوائطها

مرج حاجة صحة الرأس



المحار النابتة  
الرفيقة (تليما تويس) تحفر في  
الرمال من الشاطئ الأوسط إلى  
المياه الصخرية. وهي تشتت الغذاء  
من قاع البحر بيشع ماض.

الذيدار القزوية  
(اريسيكولا مارينا)  
يعيش في جحر ثوم  
الشكل يحفره  
في الرمال

مظليوس  
(ياملا اترمديا)

## المناطق الشاطئية الصخرية

تتميز المناطق الشاطئية الصخرية عادة  
بأصناف الطحالب البحرية باسمه عنها  
فالطحالب الحصرة تنمو على مقربة من على  
الشاطئ، وتتم الطحالب الشبية على مقربة من  
الماء. ويعيش حيوانات مختلفة في كل منطقة  
تتعا تسمى امكاتبها العشر خارج الماء

لرديد من المعلومات انظر:

- خط الساحل ص ٢٣٦
- الهجرة والإسبات ص ٣٨١
- المحيطات ص ٣٨٦
- الأنهر والبحيرات ص ٣٨٨
- حماة ومعلومات ص ٤٢٤



# المحيطات

المحيط الاطلسي  
الشمالي

المحيط الهندي  
الشمالي

المحيط الاطلسي  
الجنوبي

المحيط  
الهادئ



المحيط  
الهادئ

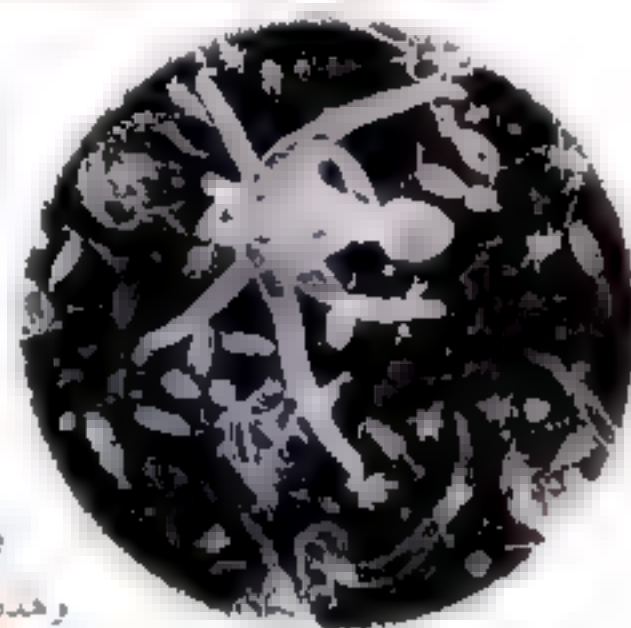
المحيط الهندي

المحيط الهندي

توزيع المحيطات والشعاب المرجانية في العالم

## العوالق

تعتبر العوالق من أهم مكونات المحيطات، وهي تتواجد في كل مكان، من السطح إلى قاع المحيط. وتعتبر العوالق من أهم مصادر الغذاء للكائنات البحرية. وتتنوع العوالق في الحجم والشكل، فهناك عوالق بحجم خلية واحدة، وهناك عوالق بحجم سمكة.



## النطاق المحيطية

هناك نوعان رئيسيان من النطاق المحيطية: النطاق المحيطية السطحية، والنطاق المحيطية العميقة. النطاق المحيطية السطحية هي التي تقع في السطح، وتحتوي على معظم الكائنات البحرية. والنطاق المحيطية العميقة هي التي تقع في الأعماق، وتحتوي على كائنات أكثر تنوعاً.

## كيمياء الأعماق

في قاع المحيط، هناك بيئة مختلفة تماماً عن السطح. فالضوء لا يصل إلى قاع المحيط، والأكسجين قليل، والضغط مرتفع. لذلك، فإن الكائنات التي تعيش في الأعماق يجب أن تكون متكيفة مع هذه البيئة.



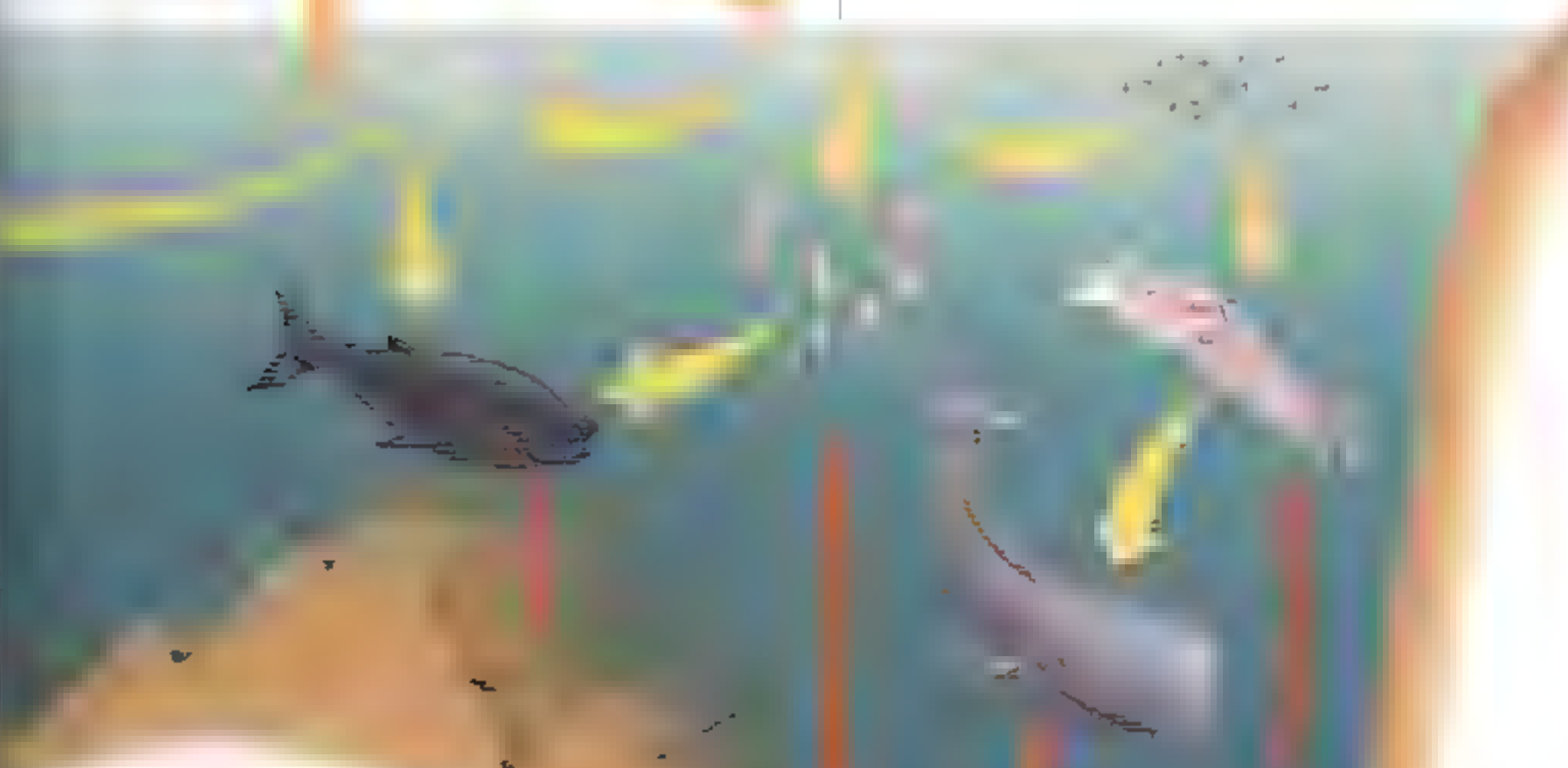
لتنشئة العذائيات  
قرب محاور هذه  
الجمادات  
بالكمية التي لا  
تحتاج ضوءاً للعثور  
على الغذاء

يعيش قرب محاور الأعماق  
أسماك ديدان عملاقة  
(ربما بأكبرها) قد يبلغ  
طول الواحدة منها 3 أمتار

تغطي المحيطات ما يفوق 70٪ من سطح الأرض - وهي بذلك تؤلف النظام البيئي الأعظم فيها. وتتواجد الأحياء في هذا النظام حتى عمق 4 كم أو أكثر. وتزخر قيعان المحيطات بالمغذيات بفضل ما يتساقط إليها دوماً من فئات الطعام وتجو الحيوانات وبقايا الكائنات الميتة من حيوان ونبات. وتتعدد أنواع الموائج الموائج في المحيطات من صحار رملية وجبال ضخمة إلى شعاب مرجانية ومياه مفتوحة لمختلف التيارات. والمحيطات لا تحوي الكثير جداً من الأنواع؛ فلا تتجاوز أنواع الكائنات فيها 20٪ من مجموع الأنواع الحية على الأرض. تسعة أعشارها تنمو في القيعان.

محيطات فضة  
بعضها سفوح  
مستطيلة  
بحيوانات السفوح  
بيضاء، وقد يشع  
البحال البيئي المعقد نفسه  
نوع واحد من التلوثات  
على نطاق عظيم

المحيطات الأبرياء  
والعوالق البيئاتية  
توافر المغذيات الضرورية  
لعملها لتحيو الصوتي  
كالمسحوق والسمك



حيتان العنبر (مستنقذون) يغذي  
بالسحب بظهوره ونسبه واستطاعها  
الغرض في غش 10 م  
الأقل يكتن من فرائسها  
وتشتد في ذلك نظام  
سبح بالصدى (شوار)  
بالج الجدي للبحث عن  
الطعام في طبقة الأعماق



إيجاد الطعام  
أبحار بضم عسر في أعماق المحيطات  
المظلمة، وهكذا تجد أسماك الأعماق،  
كسمك "بو شين" (ملايوكوس حوسوبي)،  
مهاة بزوائد ثوبت بها أصوات تخدب بـ س،  
ومع صخمو لاستجاب أكبر كم من الطعام

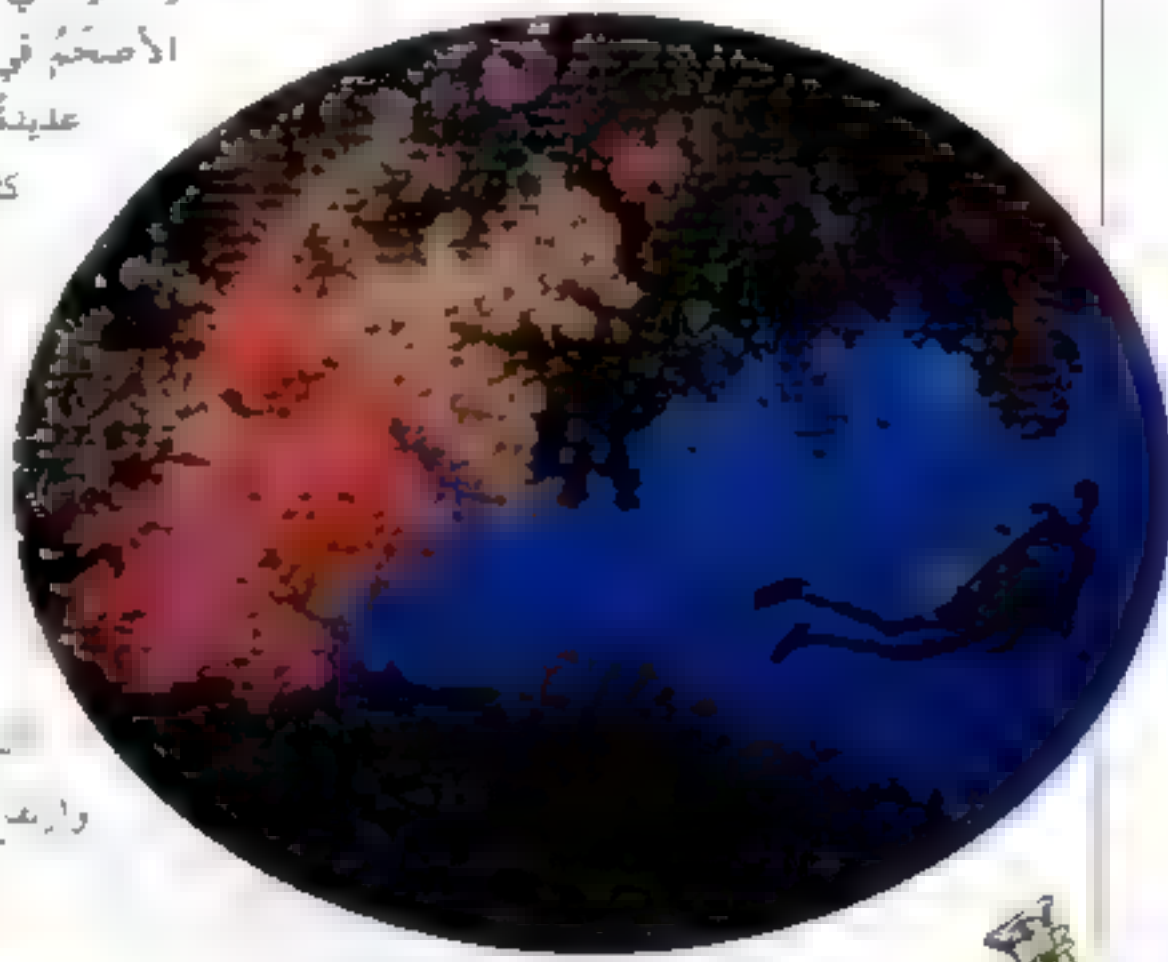
حادث الأعماق المحيطية  
تؤلف ما يسمى النطاق  
الجهنمي، والمعروف أن  
الأحدود الأعماق هو أحد  
مارياناس في المحيط  
الهادئ، ويبلغ عمقه  
11,034 م أي أن مؤشعه  
استجاب جس أقرش



## الشعاب المرجانية

الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا هو شعب المرجاني الأصغر في العالم، ويحوي الشعاب المرجانية أنواع عديدة من الحياة البرية - رغم أنه لا تتوافر معدّيات كثيرة في مياهها، فمعدّيات الشعاب تُعدّ دبور هذه المعدّيات سريعاً جداً، فلا يُهدّر منها شيء، ويُقتصر على المرجانيات على أسماء المصاحبة لدائمة الشبّة التي لا يزيد عُمرها على ٣٠ م - حيث تصلها وفرة من نور الشمس، ويستوهم أجسام المرجانيات طحالب مسوّعة تحتاج ضوء شمس تخليق غذائها، و شعب المرجانية مُهدّدة بخطر السون وارتفاع وارتفاع مستويات سطح ظاهرة المدّ والجزر

المرجانيات حيوانات دقيقة تستضيء الضوء من الماء بلواحيش مُتّجهة وترتكب هياكل المرجانيات لتكون شعاباً وروابي مرجانية



الماء الضفّة قرب لغزب مرجانيات مُتحرّرة من البحر العواصف على مرجع الماء رافعة المعدّيات إلى سطح الماء

## جاك إيف كوستو

اشهر بحري حث كوستو (١٩١٠-١٩٩٧) باستكشافاته بحب الماء قتي وبل الاربعيات من القرن العشرين طوّره العوض (للتنفس تحت الماء) بمعاونة المهندس الفرنسي إميل جيبون، فشجع ذلك الكثير على استكشاف المحيطات منذ راد كثر في معارف عن الحياة في عمق البحار. كذلك ساعد كوستو في تطوير كاميرا صغرى للماء، وسجّعه أفلاماً تُصوّر الحياة تحت الماء من صنفها "عالم غريب" وقد قام كوستو بحملات مُصوّرة لأعمال بحري في بقائه المُصوّرة حيوانه



بحري فاعلم صيد الشعب في الماء الضفّة عن حفرة من جوف القارت

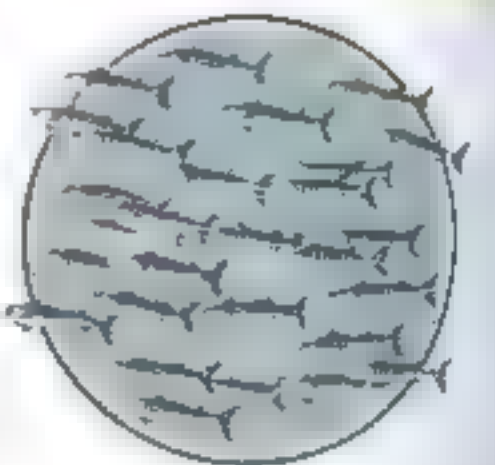


يكون الشعب المرجاني دوائر هياكل المرجانيات على آلاف الشمس

بزر من القار تحت تحف الحفلات صنف صنف من البحر الرصيف ويوفّر الماء الحفلة فوق هذا الرصيف المصطف تحت شمسكته

## أخطار تهدد المحيطات

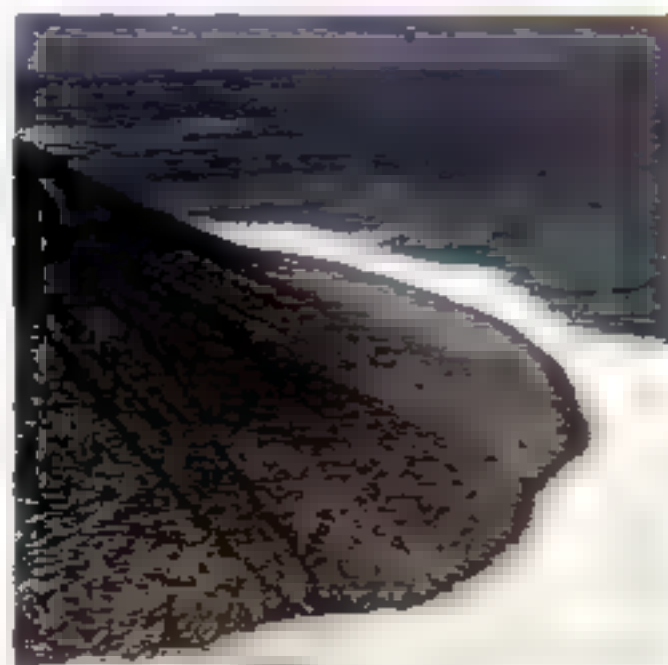
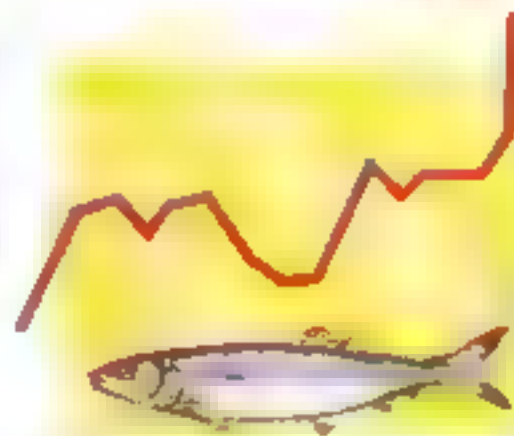
أخطار ما يُهدّد نظم البيئية المحيطية هو السون وارتفاع وارتفاع البحار والشعاب الضاعية كذلك فإن التزايد المتزايد في أعمال ووسائل صيد الأسماك والحسان وغيرها، سيجعل الكثير من سكان العالم وكثيره انصب على المواد الغذائية، عدا يُهدّد بقاء الأحياء المائية ومصيرها حتى أن الأسماك انعدمت في بعض المناطق، فالتشكّل سنة في نصف على مدى ٦٠ كم غير المُحمّض والتفتت الجديدة المُستخدمة في الصيد فبدأت الأسماك محلاً للإفلات لكن بعض التلوث أحدث تدهوراً كمّات للأسماك المُستخرج صيدها، وبعض هبات الحفلة تُفرض استخدام شباك وسعة الثوب سمح للأسماك الصغيرة بالإفلات لتكوين الحبل سالي



## أسراب السمك

سبح الأسماك، كالتفريز، يتكثّر كمّات في قرب السطح في مياه ضحلة وهي سميكة تلب بعدد الصغرى من الماء ومثاق حياتهم في حوتة مُتكر

الحفلة اعداد سمك ارنكة شكل لامب في العشرين سنة الأخيرة



## لبنات المحيطات

بعض الحسان، اصبح حيوانات الارض، في المحيطات حث مدى سمائي الشبع تحركها وعوضها وخمل اجسادها الضخمة وتستطيع الحيتان، وهي من اللبنات، البقاء تحت الماء فذو مدعى نفث وعنده يصعد إلى سطح الماء للتنفس برفق الهواء المسبب وحده المُتكاثر غير مُتحرّرين في أعلى براس بالحسان، ففوري، ثم واحد هو

## لزيد من المعلومات انظر

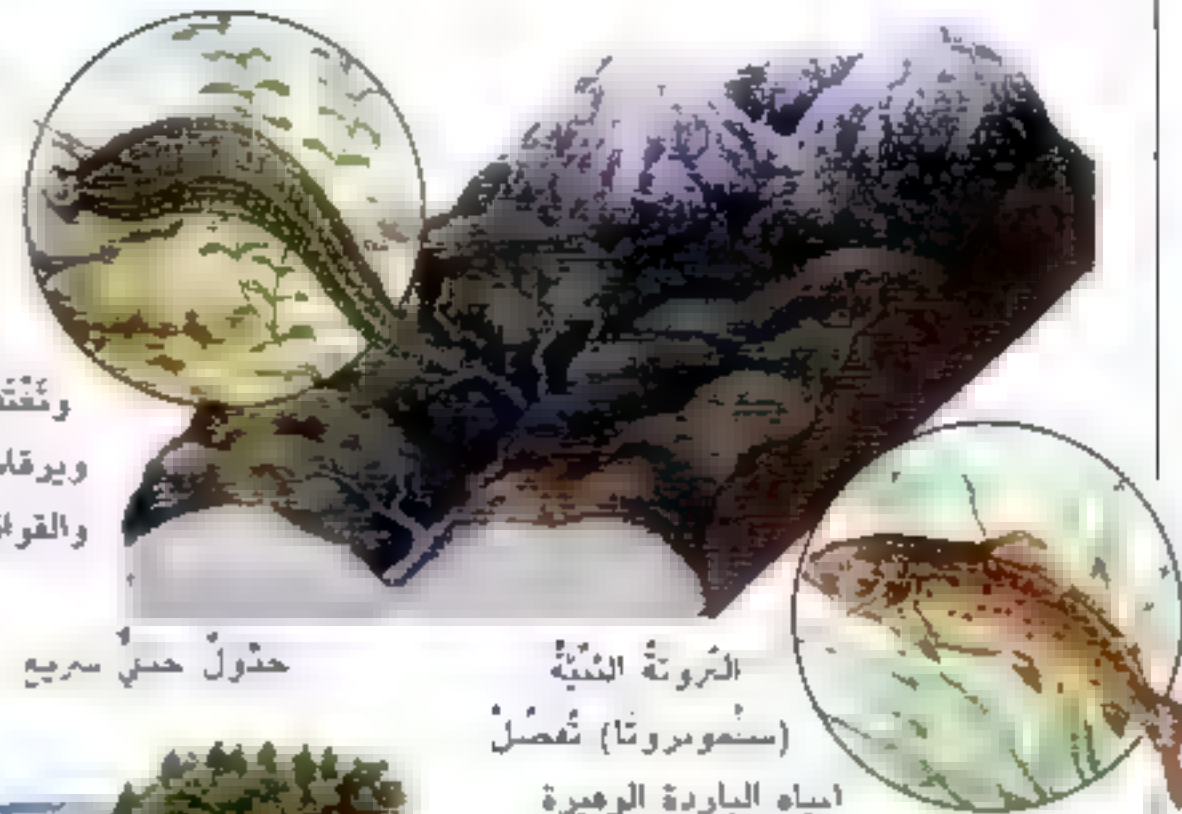
- كثير ص ٤٥
- البحر والمحيطات ص ٢٣٤
- معدّيات الوحدة الحفلة ص ٣١٤
- مدبل لخر وشماتو لخرية
- والمرجانيات ص ٢٢٠
- الأسماك ص ٣٢٦
- اللبنات ص ٣٣٤
- شخص ص ٣٤٠
- لاعتداء ص ٣٤٣



# الأنهار والبحيرات

المياه الرائدة في البرك الصغيرة والبحيرات الضخمة، كما المياه الجارية في الحداويل الجبلية والأنهار العريضة، كلها نظم بيئية من المياه العذبة. بعض هذه المنظومات موسمي التغير، وبعضها يتغير باستمرار. فالطقس والعوامل الطبيعية، كالتيارات، تؤثر في كمية المياه في كل منطقة. فالأنهار تغير مجاريها، وبحيرات جديدة تتكون؛ وهذه قد تمتلئ بالمواد الغرينية المترسبة وتتحوّل إلى أرض جافة. وبعض هذه البرك والحداويل النهرية لا تظهر إلا شتاء فتستوطنها جماعات بسيطة فقط. أمّا الأنهار والبحيرات الكبيرة فتضم مجموعات حيائية معقدة نامت وتطوّرت على مدى مئات السنين.

علقة الخيط  
(هيموبيس  
سنجوبشوجا)  
تلتصق سقاطاتها  
بالحجارة،  
وتتغذى بالديدان  
ويرقات الحشرات  
والقواقع



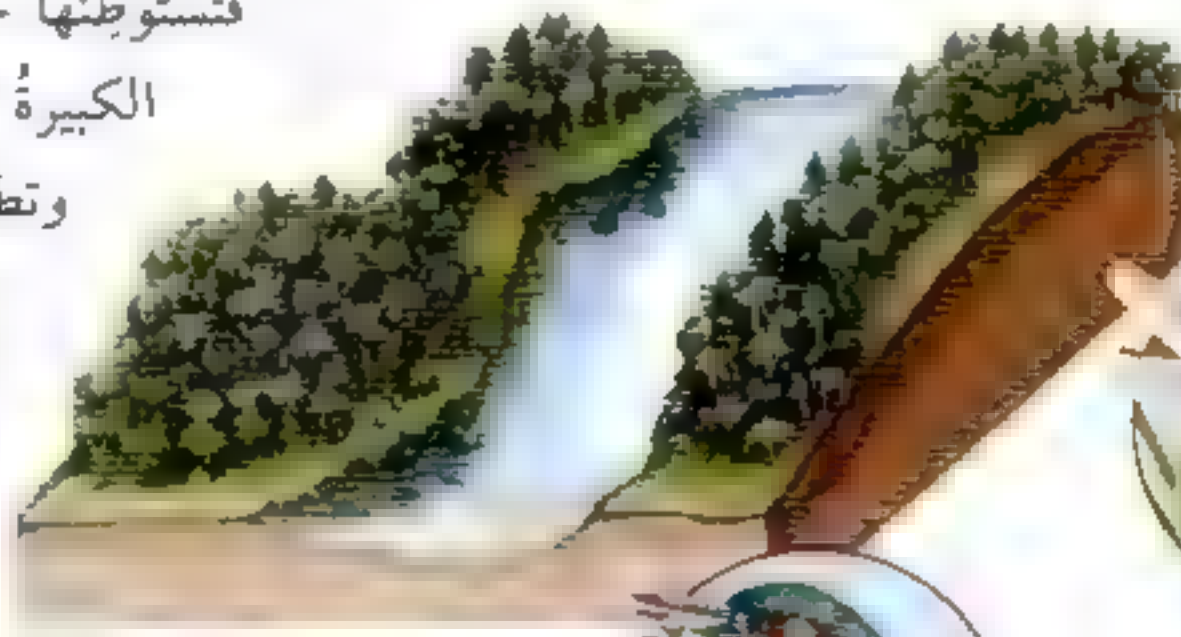
حذول حسي سريع

الزئونة النديّة  
(سنموروتا) تفصل

المياه الباردة الوفيرة  
الأكسجين، وهي شائعة ماعرة سطحية  
الشائعة ضد التيارات القويّة.

الزئونات النديّة  
نضع ثوبها فوق  
الفتل، لكن يرقبها  
(لحوري) تطل في  
الماء حتى تتحوّل إلى  
حشرات بالغة

الزئونات الأسويّة الأوروس (السيدو) تنشر  
تعتش في الجحور بصفتها الأسماك، ويغوص في  
الماء قرابة ١٠٠ مرة يوميًا لاصطياد السمك.



مهر حسي سريع



## من المنبع إلى البحر

يتوافر الأكسجين في المياه السريعة الجريان قرب منبع النهر، لكن تقلّ سادت لاعتناء الحيوانات مبدأ معظم انسلال المداين في نموذ المينة في الماء. وفي القسم الأوسط من النهر تحف سرعة المياه، فيسّر للمسات السحدر والماء فتوفر للحيوانات غذاء وملحاً، أمّا في القسم الأسفل من النهر، على مقربة من البحر، فعلة ما يكون الماء موحلة بطنة الحركة، وأقلّ احتواءً للأكسجين وشكل المفردات كلاسما، فسمّ منها من جماعة الاحياء فيها

توفر شدة لسن  
الحمل (سنتي) اليوم  
تلتج (كوتيك)  
ملج للطيور، إذ  
تغزو أي غلر متر تقربا



مهر حسي مائع



الفصاع أو تلك الماء (لوترا لوترا)  
رو أقدم شتقة الاصابع تساعد في  
الشائعة تحت الماء. كما يمكنه غلر  
أذنيه لمنع تحول الماء فيهما.

تغزو للنبعا العريضة الورق  
(تيفا لاتيفوليا) إلى أكثر من  
مترين - فلا يصيرها ارتفاع  
منسوب الماء

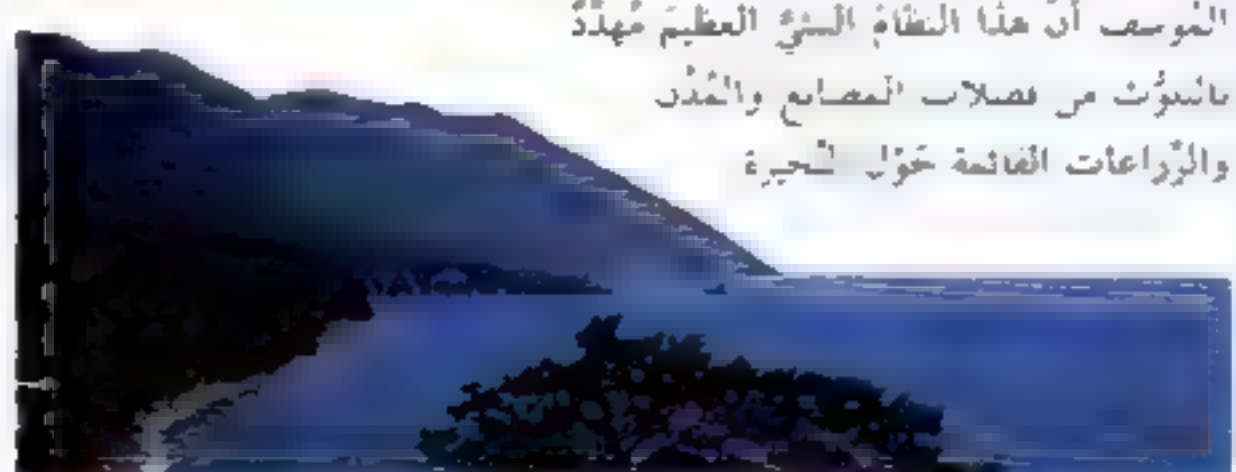
## الأنهار المدارية

يعيش نمساخ الكنس الأسود  
(ميلابوسوكس نهر) في  
نهر الأمازون بأمريكا  
الجنوبية وهو اللاجم  
الأغنى في نظامه البيئي، إذ  
يتمهم كل شيء من الأسماك حتى  
الحاوير الرية. لكنه الآن معرض للانقراض  
بمعل وسائل الصيد الشرقي التي تلاحقه

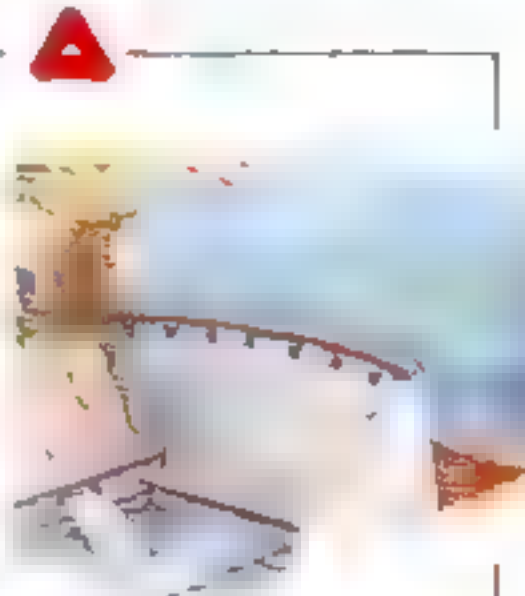


## بحيرة الأرقام القياسية

نهر سكال، سبيريا، هي أقدم وأعمق  
نهر مياه عذبة في العالم، إذ صنع عمقها  
١٦٢٠ م، وتجاوز عرضها ٢٥ مليون سم. وتضم  
النهر أكثر من ١٠٠٠ نوع من الحيوانات غير  
المعروفة في أي مكان آخر في العالم. ومن  
الموسم أن هذا النظام البيئي العظيم مهدد  
بالسبوت من فساد المصانع والمعدن  
والزراعات الفاتمة حول النهر



تقام السدود غير  
الأنهار لتخزين  
المياه وتوليد  
الكهرباء أو لمنع  
الفيضانات وقد  
تغمر القرى  
والأراضي الزراعية  
بالتحيرات المتكونة



## أخطار تهدد الأنهار

بشاء السدود غير الأنهار يكون بحيرات ضخمة  
تغير طبعه النهر وتوفر التحيرت المتكونة  
موصلاً بيئياً حديداً للأسماك، لكنها تضر  
مصايد حيائية لبعض الحيوانات والساتات  
الأخرى. كذلك، فإن السدود - كسد أسوان  
غير نهر النيل، بمصر - توقف تدفق الطمي  
على امتداد النهر. وكان القمي فيما مضى يثمر  
لأرضي الزراعية وتخصب التربة

## لربيد من المعلومات انظر

- لشوية ولتحدث ص ٢٣٠
- أهر ص ٢٣٣
- الديدان ص ٣٢١
- المفصليات ص ٣٢٢
- الأسماك ص ٣٢٦
- بزواحف ص ٣٣٠
- السلاسل ولشكك العدا ص ٣٧٧



# الْمَنَاطِقُ الرُّطْبِيَّة

تُغَطِّي الْمَنَاطِقُ الرُّطْبِيَّة - من الْمَنَاطِقِ الْعُشْبِيَّةِ وَالسَّيْخَاتِ الْحُثِّيَّةِ وَالْمَعَائِضِ الدَّغْلِيَّةِ، الْعَذْبِيَّةِ أَوْ الْمَالِحَةِ الْمِيَاهِ - قُرَابَةً ٧.٦٪ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ وَتَوَلَّفَتْ عَلَى احْتِلَالِهَا نَعَصًا مِنْ أَغْنَى النُّظُمِ الْبَيْتِيَّةِ فِي الْعَالَمِ. فَهِيَ الْأَكْثَرُ إِبْتِجَاً لِلْمَوَادِّ النَّبَاتِيَّةِ بَيْنَ تِلْكَ النُّظُمِ، وَتَسْتَوِطُّهَا مَحْمُوعَاتٌ مُتَنَوِّعَةٌ مِنْ صِغَارِ الْمَلْبُونَاتِ وَمِنْ الطُّيُورِ وَالْحَشَرَاتِ وَالْأَفْقَارِيَّاتِ الْأُخْرَى. وَتَقْصِدُهَا أَسْرَابُ الطُّيْرِ الْمُحْتَلِفَةِ لِلتَّعْشِيشِ حَيْثُ الْأَعْدَاءُ قَلِيلَةٌ فِيهَا، فَالضُّوَارِي الْكَبِيرَةُ تَعُوضُ فِي تَرْبَتِهَا الرُّخْوَةَ وَتَتَعَطَّلُ حَرَكَتُهَا. وَيَسْبَبُ تَغْيِيرُ مُسْتَوِيَّاتِ الْمَاءِ فِي لِمَوَاسِمِ الْمُخْتَلِفَةِ يَسْبِغِي لِلْأَحْيَاءِ الْبَرِّيَّةِ، هُنَا، التَّاقُلُمُ لِلْعَيْشِ فِي ظُرُوفِ الرُّطْبِيَّةِ وَالْحَفَافِ السَّائِدَةِ.

## أَيْلُ الْمَنَاطِقِ (سَيَاتُنْجَا)

أَيْلُ الْمَنَاطِقِ (نَرَايِيلَايُوس) سَيْكِي (الْإِفْرِيْقِي) دُو أَطْلَافِ مُنْطَقَتِهِ لَا تَعُوضُ فِي الْأَرْضِ الْمُنْقَعَةِ وَهُوَ سَيَّاحٌ مَهْرًا وَمَكْبَهُ إِذَا دَاحَمَهُ الْحَطَرُ، الْعَقْسُ فِي أَمَاءِ فَلَا يَطْهَرُ مِنْهُ إِلَّا طَرَفُ أُنْفِهِ يَسْفُسُ.



خُرُوفُ الْبَحْرِ لَقُورٌ مَائِيٌّ الْعَيْشِ يَنْفُسُ الْهَوَاءَ، وَقَدْ بَقِيَ تَحْتَ الْمَاءِ قُرَابَةً ١٥ دَقِيقَةً قَبْلَ أَنْ يَطْفُوَ لِلنَّفْسِ



سَرْقُ أَجْرَدُ قَزَمٍ (نَاكْسُورِيَوْمِ دِيَشْتِيكُومِ)

أَعْشَاقٌ مُشَارِيَّةٌ (شُسْتَةُ الْوَرْدِ) تَتَنَزَّلُ سَهَا تَحْتِمْكَاتٍ شَجَرِيَّةٍ



نَطِيرُ غَرَّاشَةُ لُرْدُودِ (هَيْسُكُويُوسِ تَشَارِيَتُويُوسِ) نَطِيرَةٌ سَاجِدَتُهَا الْعَوِيلَةُ الصَّيْفَةُ، وَتَتَجَمَّعُ حَمَاقَاتُ كَبِيرَةٌ مِنْهَا لَيْلًا فَوْقَ لَعَسَالِيحِ الْحَزْدَاءِ.

يَمُودُ صَدُورِ الْمَنَاطِقِ (يَلِيُوسِ أَيْبُوشِي) وَلُتَحْيِي الْمُسْتَرْ السَّعْبِ (سِرْلُوكَا دِيَنْزِ) عَلَى الْمُرْتَفَعَاتِ.

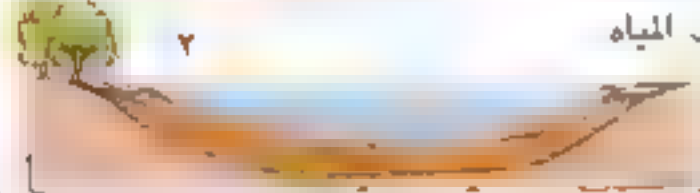


مُكَابِيَةُ الْمَاءِ (أَلْغِيَشْتُرُودُونِ بِيَشِيْفُورَسِ) حُثَّةٌ أَمْرِيكِيَّةٌ سَائِلَةٌ تَتَصَيَّدُ بِلَا



سَعْدُ أَوْ مَنَارِ (الْبِيَشُوشِيُوسِ)

أَوْشِيُوسِ) دُو حَيَاشِيمِ لِلنَّفْسِ تَحْتَ الْمَاءِ، لَكِنَّهُ يَسْتَنْطِيقُ أَيْضًا نَفْسَ الْهَوَاءِ إِذَا حَفَّتِ الْمِيَاهُ



دَلِيلُ الرَّمْرِ اللَّوْنِي

- ماء
- حُثَّةٌ مُنْقَعِي
- مَلَقٌ لَحْيَرِي
- وَحْنٌ لَحْيَرِي
- حُثَّةٌ



## مَثَلٌ عَلَى التَّعَاقُبِ الْبَيْتِي

فَدَنْكُونُ الشَّحَّةِ الْحُثِّيَّةِ، حَيْثُ تَزَحَرُ الْحَبِيرَةُ بِالْوَحْلِ وَالْأَنَابَاتِ كَمَا يَنْبَغِي (١) مَاءُ الْحَبِيرَةِ صَافِيَةٌ وَالْوَحْلُ فِي الْقَدَحِ (٢) يَجْمَعُ الْوَحْلُ حَوْلَ خُدُودِ الْمَنَاتِ (٣) سَمُو الطَّحَاتِ الْحَرَارِيَّةِ وَتَرَاكُمُ رَوِيٍّ مِنَ الْحُثِّ (٤) تَرَوُّ الْحَبِيرَةُ وَيَقْبِي مَكَانَهَا قُبَّةٌ مِنَ الْحُثِّ

## لَمْرِيْدٌ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ الْخَطَرِ

الضَّغْطُ ص ١٢٧  
الرُّوَاحِفُ ص ٣٣٠  
لِللُّبُودِ ص ٣٣٤  
الْعِلَافُ لَحْيَرِي ص ٣٧٠  
الْحَيَاةُ لَرِيَّةٌ فِي حَطَرِ ص ٣٩٨

## سَيَّخَاتُ فُلُورِيْدَا الْحَرَجِيَّةِ (الْإِفْرَجِيلِيْدَز)

فِي الْمَرْقَبِ الْجَنُوبِيِّ مِنْ وَلايَةِ فُلُورِيْدَا بِالْوَلَايَاتِ لِمَنْحَدَةِ، تَوْجَدُ مَنَاطِقٌ شَاسِعَةٌ (حَوَالِي ١٣٠٠٠ كم<sup>٢</sup>) مِنْ سَيَّخَاتِ الْحَرَجِ السَّرَوِيَّةِ سَيَّخَاتُ أَوْعٍ دَادِرَةٍ كَحُرُوفِ الشَّجَرِ (بَرْكُوسِ مَدَانَسِ) وَالْكُؤُجَرِ (بِيْسِ كُوبِكُولُورِ كُورِي)، وَهِيَ لِأَنَّ سُرْعَةَ قَوْمِيٍّ لِكَيْفَتِهَا مُهَذَّذَةٌ بِالْكِيْمَاوِيَّاتِ بَرَّاعِيَّةٍ وَالتَّجْفِيفِ وَالتَّلَوُّثِ وَالسِّيَاخَةِ - فَالْقَوَارِبُ سَرِيعَةٌ يَتَلَقَّ أَكْثَرُ مِنْ ١٠٠ حُرُوفٍ بِخَرِّ سَنَوِيٍّ



النَّمْسَاءُ الْأَمْرِيكِيَّةِ (الْمَجْسُورِ الْمِيْسِيْبِي) أَكْثَرُ الرُّوَاحِفِ فِي أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ وَأَعْلَاهَا حَوَارًا فِي الرَّمْعِ مَخَارِ الدُّكُورِ عَالِيًا لَاحْتِدَادِ الْإِنَابَاتِ



الْمَلَائِكَةُ الْأَفْعَوَانِي (أَنْهَنْجَا أَنْهَنْجَا) يَفُوحُ فِي الْمَاءِ لِيَصْبِي السَّيْخَةَ، ثُمَّ يَخْتَلِمُ بِخُفِّهِ مَلَفُوحَ الْجَوَائِزِ لِيَحْفَقَهُمَا فِي الشَّمْسِ

شَجَرُ الْقَرَامِ (الْمَنْغْرُوفِ) فِي سَنَحِهِ شَاسِعَةٌ

## شَجَرُ الْقَرَامِ (الْمَنْغْرُوفِ)

أَكْثَرُ الْأَشْجَارِ شَبُوعًا فِي مَنَاطِقِ الْمَاءِ الْعَذْبِيَّةِ أَوْ الْمَالِحَةِ الْإِسْتَوَائِيَّةِ هِيَ أَشْجَارُ الْقَرَامِ (الْمَنْغْرُوفِ). فَهِيَ سَتِطِيعُ الْعَيْشُ فِي الْوُحُولِ الْمُشْتَعَةِ بِالْمَاءِ بِمُضَلِّ مَسَامٍ التَّنَفُّسِ فِي خُدُودِهَا وَبَعْضُ الْقَرَامِ ذُو خُدُودٍ هَوَائِيَّةٍ (فَوْقَ الْمَاءِ) تَحْضُلُ عَلَى الْأَكْسَجِينِ. وَيَتِمُّ الْقَرَامُ الْأَحْمَرُ (رِيْزُوفُورَا مَانِجِل) فِي السَّيْخَاتِ السَّاحِلِيَّةِ وَمَقْصَّاتِ الْأَنْهَارِ، فَيَحْمِيهَا مِنَ الْعَوَاصِفِ وَأَمْوَاجِ الْمَدِّ





# الصحاري

الصحاري أكثر المناطق خفافاً على الأرض، إذ يقلُّ معدّل المطر السنوي في معظمها عن ١٠ سم؛ وقد تُخَبِّس الأمطار في بعضها تماماً مدى عدّة سنوات. والصحاري في غالبيتها حارّة بحيث إنّ ما يتبخّر من مائها إلى الهواء أكثر ممّا يسقط عليها من مطر. وتجاوّه النباتات الصحراوية هذه الظروف بخدور غائرة أو واسعة الانتشار، إضافة إلى قشور لحائية عسية وأوراق صغيرة أو شوكيّة ووسائل خاصّة أخرى لاحتزان الماء. أما الحيوانات الصحراوية فالكثير منها لا يشرب مُكْتَنِباً بما في طعامه من ماء. ونتيجة لقلّة أنواع البت والحيوان في الصحاري فإنّ التربة شحيحة التروّد بالمُخصّبات من فضلات الكائنات الحيّة وبقاياها؛ كما إنّ هذا القليل من المُغذّيات يستغرق وقتاً طويلاً لإعادة تدويره في النظام البيئي.

الحوض العظيم  
صحراء  
موجاني

صحراء تار

صحراء جوبي

الصحراء القويّة  
الصحراء الرّملية  
الكبرى

صحراء تكسا

الصحراء الكبرى

صحراء كاهاري

صحراء  
اسوار

صحراء  
فكتوري  
الغصبي

لصحاري الرّسنة في العالم

## الصحراء في النهار

درجات الحرارة، بهراء، هي  
الصحاري الحارّة، قد يزيد على

٥١ س؛ وقد تنبع درجة حراره لزمن السطح فيها ٩٠ س. لذا تلتجأ معظم الحيوانات إلى حُجُورها أو تستلجج تحت الصخور حتّ الهواء أثره وأرطت والمساءً في معظم صحار الصحاري بطن مُنْمَنَة خلال النهار لتحت من حرارة الماء، وبعض هذه النباتات ذو أوراقٍ شعريّة تعكس ضوء الشمس القويّ



أدما تلتجأ الفئس  
فليس رزدا  
الكثير من مُساعداته  
في سماع صوت  
حفت حركة الفريسة  
في الحوار كك تعص  
الأداس عن شريد  
تتعبس باستعانها  
بحراره كفتشفت

## التطوّر المتقارب

حيوانات التي تعيش في مواطن متشابهة في أنحاء  
مُتَبَعِدَة من العالم غالباً ما تكون مُتشابهة - كما هي الحال  
في التعلب القويّ؛ بأمريكا الشماليّة وتعلب الفئس في  
أفريقيا. ذلك لأنّ كلا النوعين تكيفت لتعيش في ظروف سيّ  
من شدة شمس حيث الظروف البيئية مُشابهة، فلا عر  
أن يكون التطوّر مُتقارباً

استطاع الفئس  
(فليس مكروس)  
مُتَخَرِّج عصبه ليلاً  
وهو سريع اللغزو يفتص  
الحيوانات الصغيرة من أن  
تتجوز في حُجُورها

مفضل ويخفي الحليتين القويتين  
سسطح الارض الامريكي الاسود  
الديل (اليسر كالموريسيس) الغفر  
مُتَعَدِّد عن الحظر بشراعات قد تلتجأ  
٦٦ كم/سا

غطاء الشكولا (شورومائس أوسيس)  
تتشبّس صباحاً حتى تذاً وتنشط فتطلق  
لحنا عن ارهاق أو ثمار أو يُزوي تاكلها



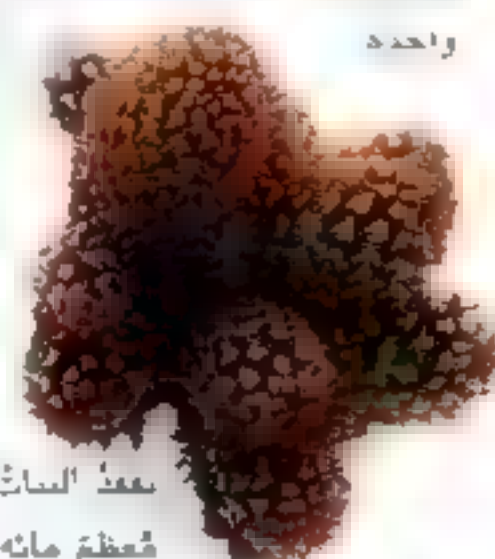
احذر من الفئس  
بروتسي) تعص عن كفاها من  
من البرور التي تاكلها، وهي تحمل  
البرور إلى حُجُورها في حُجُورها الحديثة

## صهاريج التخزين

تُجاوّه النباتات والحيوانات الصحراوية  
ضُرورة التكيّف للقبش عن هتراب  
حديّ طويلو بعض الحيوانات  
يختزن لدهن في أسجة جسديه - وهذا  
الدهن يُمكن تملكه  
توفير لطقة  
والماء عد  
الحاجة

احذر من مشج هلا  
(موندوم سستينكم)  
الدّفن في ديله العبيط،  
بمستعير به على  
تجاوز  
الغرات  
العصبة

الحمل العربي الأحادي الشمام  
(كلوس درومدازيوس) يُمكنه  
احتمول اسابيع دور ماء، وهو قد  
يشرب قُرابة ١١٤ ليتر من الماء في شفتنا  
واحد



بعض السات  
مُعظم مائه غير  
الاوراق؛ لذا فإنّ أنواع الصّغار  
كالنبلاربا المونجاتا، لا تحمل أوراقاً،  
بل أشواكا تخمها من أن تؤكل  
ويختزن الصّغار الماء في جُدوج الغليظة

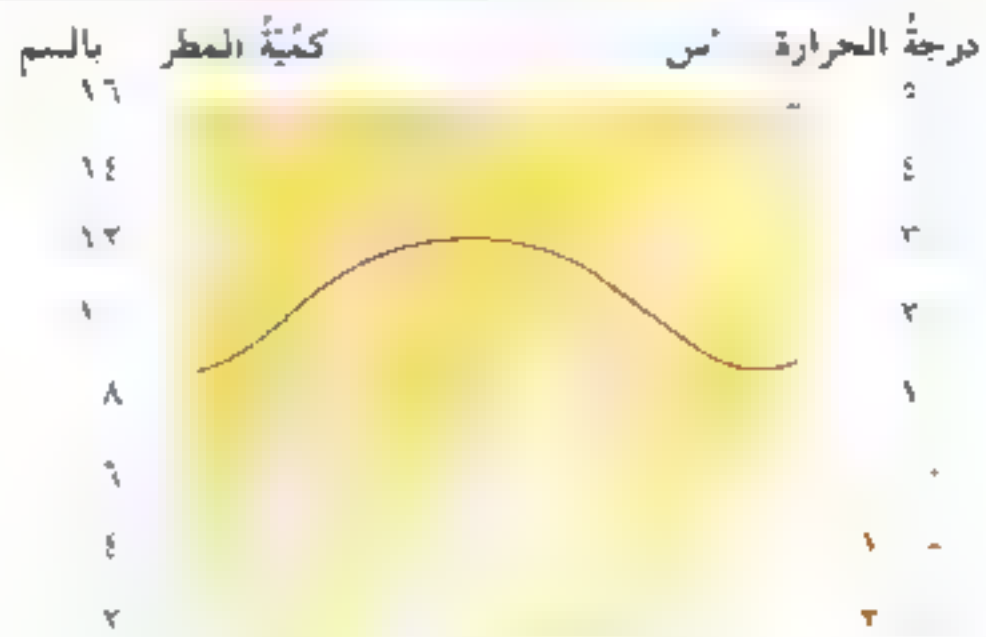


## التمعج المجانب

العديد من أفاعي الصحاري سامّة كهذه لأفعى  
الجانيّة التمعج (بايسس بريجوي)، سدل يمدد نفسها  
فوق الرّمل في تمعجات قوسية مُجانبة (على شكل  
«S») لا أمانه وفرة هذا النمط من الإيقالي هي أنّ  
خزين لدهن من حب لافس لافس سطح رمل حار  
تد مره كك ان سط شفر هه بعن من غير حُجُورها  
بعض لافس في الرّمل راح







شهر ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢  
المعدلات الشهرية لدرجات الحرارة وكمية المطر في أسوان، بمصر

### المناخ

مع الصحاري تكثر على مقربة من خط الاستواء، وهي حارة حارة على مدار السنة - لأن الرياح التي تهب عليها لا تحوي إلا القليل من الرطوبة، أما صحاري المناطق الباردة في أعالي كصحراء جوبي في آسيا الوسطى، فهي حارة صفاً وباردة شتاءً. كذلك تتواجد الصحاري في مستنقعات انجبار أعالي كصحراء، كما في أمريكا الجنوبية

أحدث الكمبروميت (الزيتا تراينيتات) تشكلت فصحبات متساوية امتداداً تقريباً لأن الحدود الواحدة منها تتصلح لكل ما في البرية حولها من شعيات وماء

ورق الصحراء بقصى الليل شتجاً تحت صحراء، لكنه ينشط في النهار



لمزيد من المعلومات انظر  
البحال الحرارة ص ١٤٢  
المناسج ص ٢٤٤  
انطوار (اشنوء بالحوار الغضوي) ص ٣٠٨  
نظام النور في اثن ص ٣٤١  
الحركة ص ٣٥٦

## الصحراء في الليل

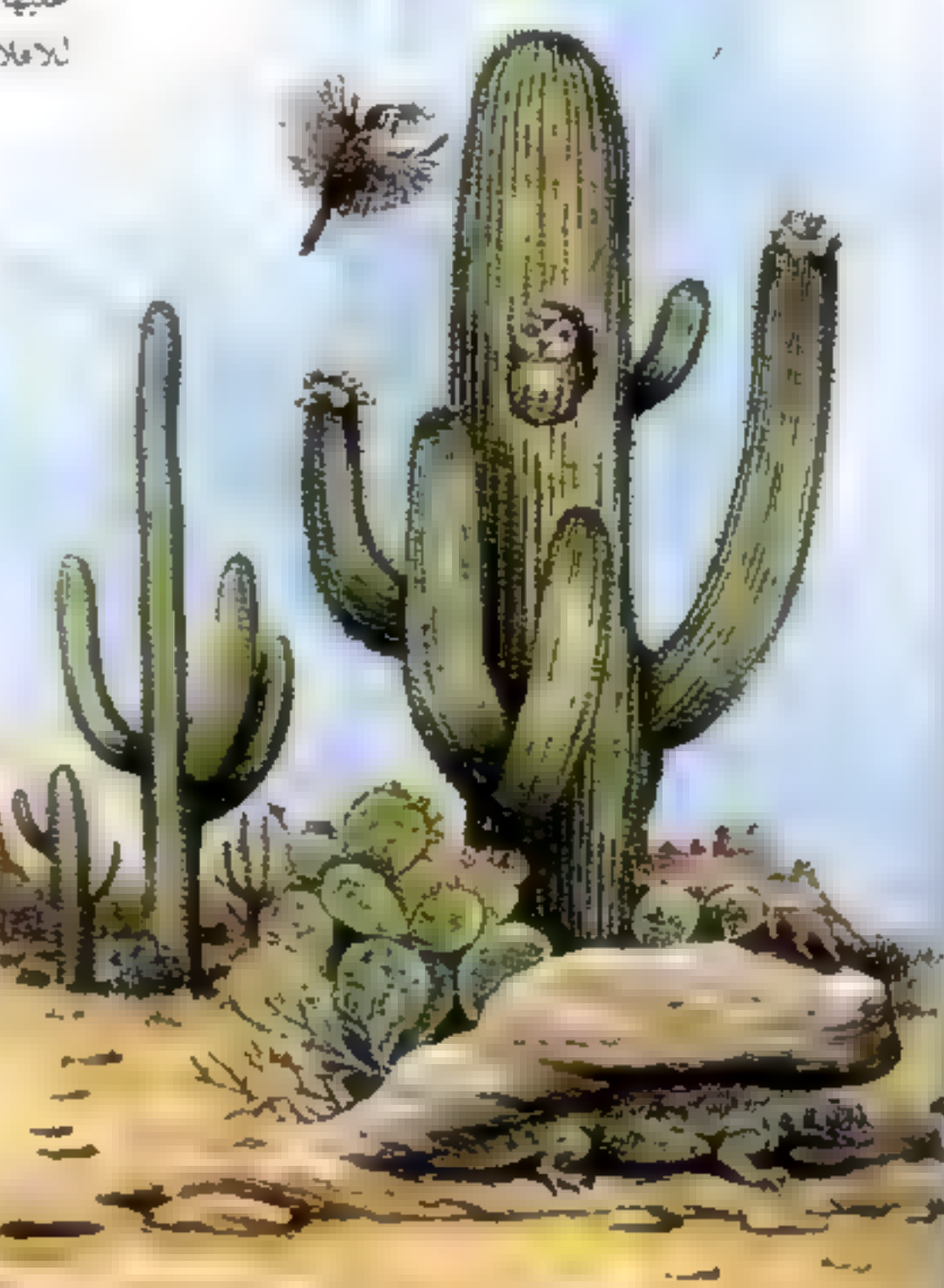
تتخذ درجة الحرارة في الصحراء ليلاً وتعدو الهواء أكثر رطوبة فخرج الكثير من الحيوانات للصيد، وتندب الحدا في الصحراء وتنشط أكثر الطعام شحيح، والكثير من الباجيات غمة، كالعناكب والعقارب، مائة جداء وإذا التفت بقرية فاسه، فإنها تنطو عليها بالسرعة الممكنة ولا تترك لها فرصة للافلات

الزومة بفرمة (ميكراثير فويشي)، اصغر الزوم في العالم، تخرج نهاراً في محويف يحددها بقدر الحشب في خدوع الضدر

صفو « و دقوبية الضنار (كشييلورنكس ترانكيبيلس) تنشي غشها في سبات الضنار - حيث تكون براخها في مامن من الاعداء بفصل اشواكها الحادة.

الضنار الصفواري (سرنس جنجنتوس) - و لعاء مططي عليل، وهو ينتشر الماء عار شبيكة واسعة الانتشار من الحدود الضحلة

الطرائل الامقي (سبيلوجيل بوتوويوس) ينشط ليلاً، في الغالب في طلب الحيوانات الصغيرة والنبؤص والحشرات والنمار



علاجه العرب جرافية الاقدام (سكيبويس هندي) ينشط ليلاً فقط وهي تتلصص «رفوشاء ضلابة في اقدمها الحلقية لحفر الجحور

ماء الواحة مضدرة شايح مطر ينشد عدة كمومرات واحة

الواحات في وسطه أماكن من

«صحراء سبرت حدة عن الارض فكتبت منطقة رقة، حيث يمكن نمو السداب، تدعى واحة الواحات من كثر حوية لمحبوبت والعواقل لي بقر الصحراء ومضد مياه الواحة هو لصور المشعة بالمياه على مقربة من سطح الارض وهذه حدة قد تكون مسطحة مصر على بعد عدة كيلومترات، ثم سبرت إلى الواحة غير الشخورة تحت الصحراء، لكن الواحات قد لا تدرك طويلاً، فقد تحف مياهها أو تصيرها كند زمام وعلى الناس ولحوبات، حسب لاندل في مكان آخر

## التصحر (امتداد الصحاري)

امتداد الصحاري حطر نهدي كوكب السرايد الشكان، وسكان الشحوم المتجاورة للصحاري مسؤولون خريش عن ذلك، فليزعي التصحر، وقطع الشجر لاحتساب الساء، بحلال الارض إلى صحاري ونشيدان في عميدت التصحر وتنفذ هذه المشككة بحاضبة في المناطق التي انجس عنها المطر عدة سبين

ينام الجرد القنعي في جحره طوال النهار بعداً عن حر الشمس وهو، في الليل، يقطع مسافات طويلة بحثاً عن الضعام سطح الارض صخر مشبع بالماء



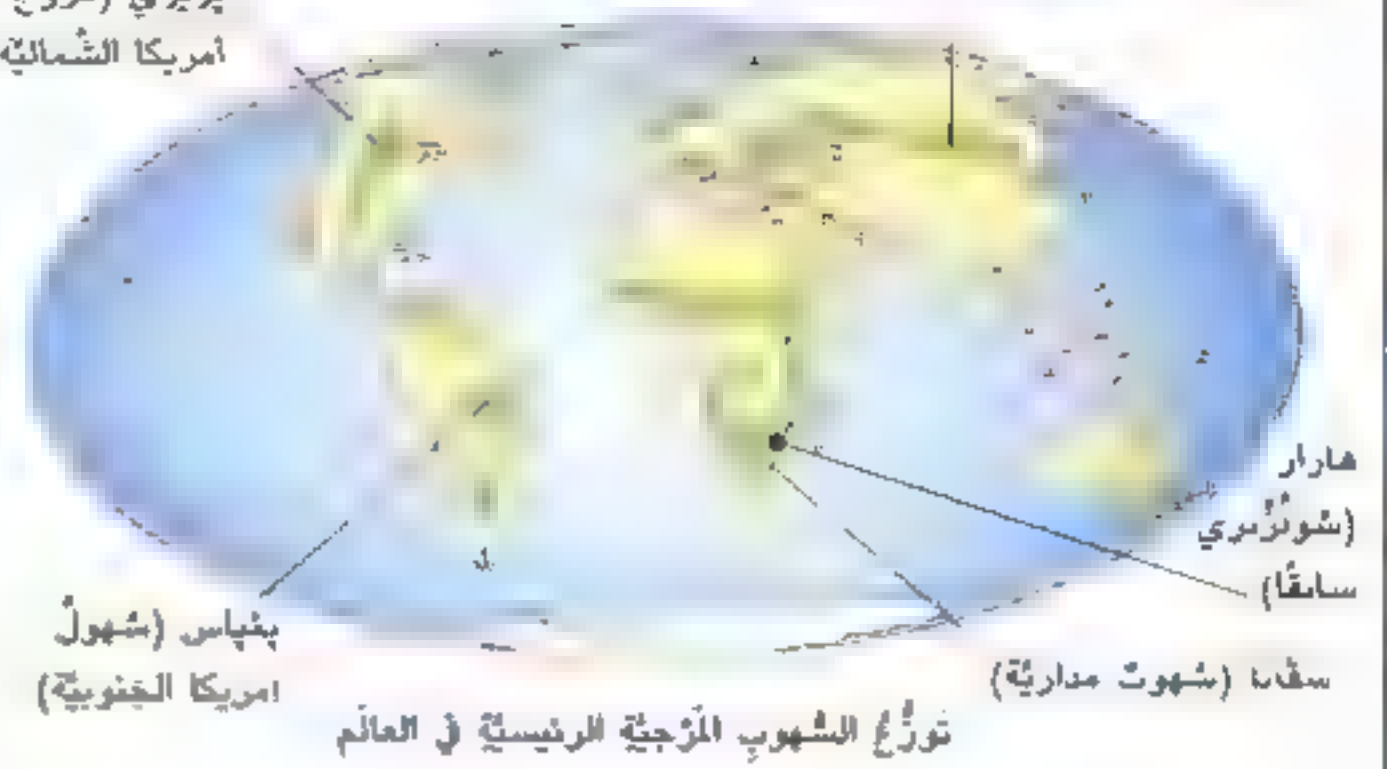


# السُّهوبُ المَرْجِيَّةُ الطَّبِيعِيَّةُ

المَنَاطِقُ الفقيرةُ التُّربةَ والشديدةُ جفافَ المُنَاحِ يَقتَصِرُ النَماءُ البَاشِي فِيهَا عَلَى الأعشابِ وبعضِ الجَنَباتِ والشَجَرِ، وتُدعى سُهوبًا مُعشِبةً. وتولَّفُ الأعشابُ بِداياتِ الكثيرِ مِنَ السَّلاسلِ الغذائية؛ وهي، بِخِلافِ الشَجَرِ، تَحْتَمِلُ قُصَمَ العاشِبَاتِ لِأَنَّهَا تَنمو مِنَ القاعِدةِ لَا مِنَ الأَطرافِ. وَكُلَّمَا قُصِمَتْ يَتَشَعَّبُ نَماءُها وَيَتزايدُ. كَذَلِكَ فَإِنَّ الأعشابَ سُرْعانَ ما تَسْتَعِيدُ حَيَوتَها وَاتِّشَارَها بَعْدَ الحرائقِ الكثيرةِ الحُدوثِ فِي هَذَا النِّظامِ البَاشِي. وَتُضْطَرُّ حَيَواناتُ السُّهوبِ فِي مَواسِمِ الجفافِ أَوْ البَرْدِ إِلَى الإِرتِحالِ مَسافاتٍ طَوِيلَةٍ فِي طَلَبِ كِفايَتِها مِنَ المَاءِ وَالطَّعامِ لِلعِيشِ.

بيريري (غروب  
أمريكا الشماليَّة)

استنيس (السُّهوبُ الروسيَّة)



## طَعامٌ لِلجَمِيعِ

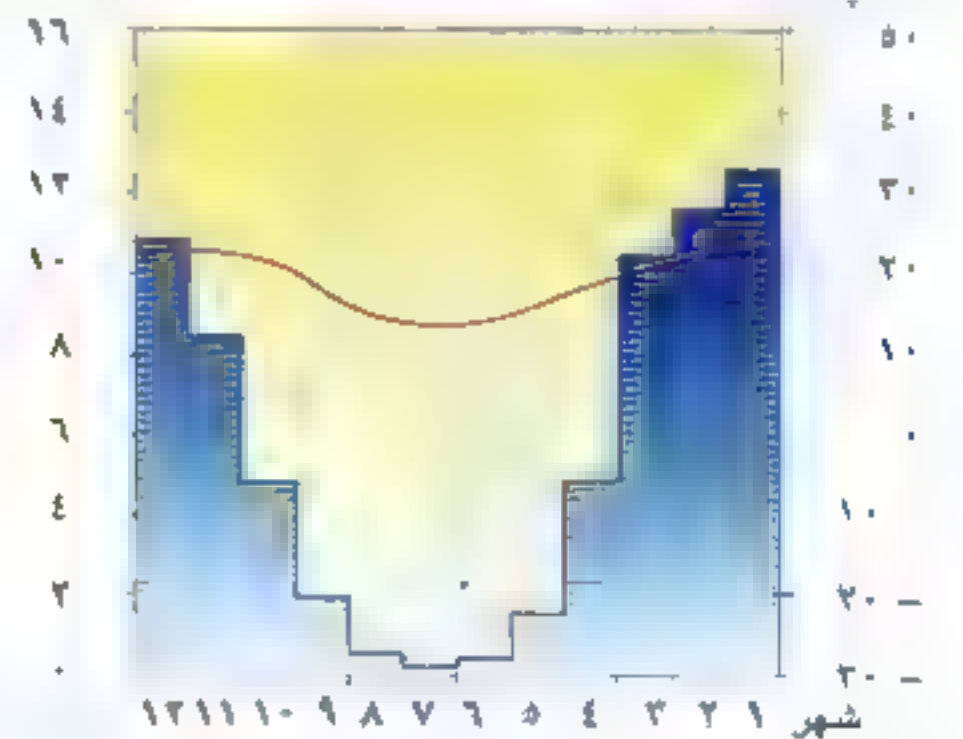
السُّهوبُ العُشْبِيَّةُ فِي مَناطقِ المِدارِيَّةِ بِشَرْقِ إِيْرِيقِيَّةِ تُدعى السَّافانا وَبِها يَعيشُ أَكْثَرُ مِنَ ٤٠ بَوعًا مِنَ الرَّاعيَّاتِ اللَّوْبَةِ تَتَفاسَمُ العِداءَ وَيَتَوافَرُ عَادةً ما يَحْكُمِي مِنَ الرُّعي لِبَناتِ الحَيَواناتِ إِذْ إِنَّ مُختلفَ الأَوانِجِ تَعْتَدِي مُختلفَ أَجْزاءِ الأعشابِ والخِصائِلِ والشَّجَرِ مُحمَّرُ الرُّزْدِ، مِثْلاً، تَأْكُلُ رُؤُوسُ السُّوقِ العُشْبِيَّةِ وَبِنايِلُ الثَّو تَأْكُلُ أَواسِطَها وَغِزالانَ طَومُشونَ تَأْكُلُ أَسابِغَها وَتُرَكُّزُ طِبْءُ السَّافَانِ الصَّغِيرَةِ عَلَى الجَنَباتِ الحَمِيصَةِ؛ فِي حِينِ تَعْتَدِي الرُّراقِي بِأوراقِها وَغِسالِجِ الشَّجَرِ العالِيَةِ.

ثِيابِلُ الثَّو تَأْكُلُ أَواسِطَ العُشْبِ المُرَقَّةِ. وَهي تَعْتَمِدُ فِي حَوالِي ٩٥ مِائَةِ مِنَ عِدايَها عَلَى الأعشابِ

تَعْتَدِي غِزالانَ طَومُشونَ (جَازِلانَ طَومُشونِي) بِفُرُوعِ العُشْبِ الطَرِيَّةِ وَالنَّورِ العَظِيَّةِ بِالْجُرُونِ عَلَى مُستَوَى سَطْحِ الأَرْضِ

مُحمَّرُ الرُّزْدِ تَعْتَدِي بِرُؤُوسِ الأعشابِ القَاسِيَةِ الحَشَمَةِ، وَتَنشُرُ الثَّرَمَةَ فِي طَلَبِ الجُذورِ

المُعدَّلُ الشَهرِيُّ لدرجاتِ الحَراةِ وَكمِيَّةِ المَطَرِ فِي هارار، زِنبابُوي (رُومِشِيا سَابقًا) قَرَجَةُ الحَراةِ - °س كَمِيَّةُ المَطَرِ - بِالمِلمِ



## المُنَاحُ

السُّهوبُ المِدارِيَّةُ دافئةٌ عَلَى مِدارِ الشَّمْسِ، لَكِنَّ مَطَرِها الضَّعِيفَ جافٌ صَريلٌ أَمَّا سُهوبُ المَناطقِ المُعتَدِلَةِ فَبِتَواعُها بارِدٌ حارٌّ مَعَ بَودِصِ صَفِيعٍ قَاسِيَةٍ، وَضَبْغُها حارٌّ جافٌ وَتَبَيُّ المُحِيطَظِّ أَعلاهُ مُناخٌ مَدِينِي فِي السُّهوبِ المِدارِيَّةِ



الرُّزْدُ (جِرافا)  
كاملوهارداليس (تَعْتَدِي بِأوراقِ الشَّجَرِ حَتَّى غُلُوِّ أَمْتارِها مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ)

طِبْءُ الذَّقْدَقِ الصَّغِيرَةِ تَقْصِمُ أَوراقَ الجَنَباتِ الطَرِيَّةِ، مُحاصِصَةً فُرُوعَ السَّطْحِ المَطَرِيَّةِ

مُحمَّرُ الرُّزْدِ تَعْتَدِي بِرُؤُوسِ الأعشابِ القَاسِيَةِ الحَشَمَةِ، وَتَنشُرُ الثَّرَمَةَ فِي طَلَبِ الجُذورِ

## الصَّواري

أَعْدادُ كَثيرَةٌ مِنَ العاشِباتِ فِي السَّافانا الإِيريقيَّةِ تَعَمُّ فرائِسَ لأَصْدابٍ مُختلفَةٍ مِنَ الصَّواري وَبِشَرعٍ كُلُّ ضارٍ إِلَى فرائِسِهِ المُفَصَّلَةِ تَعَمُّ لَأَسَدِهِ فِي لُصْبِهِ دَعْمُودُ تَسْتَطِيعُ مُطارِدَةُ الغِزالانِ سُرْعانَ تَبَعٍ ١٠٠ كم/سَاعَةً لِقَرانِ قَاصِيَةٍ وَأَسودُ لا تَبَعُ هَذِهِ السَّرْعَةَ، إِذا دُفِعَتْ تُحاوِلُ الإِقتِراسَ مِنَ المِريسيِّ ما أَمكِنَ؛ وَهي قَويَّةٌ وَبِضْطادُ جَماعِياتٍ، فِيمَكُنْها قُصَصُ حَيَواناتٍ كَبارٍ كَنَيْلِ الثَّو. وَنُصْبُغُ أَيْضًا نَصْبُدُ جَماعِياتٍ، لَكِنَّ أَكْبَرَ ما تَقْبِضُها لا يَتَجاوِزُ عَادةً جَماعَةَ الرُّزْدِ.



فَهْد (أَسَدُونِيكس جُومَانوس)

عِزالانَ طَومُشونَ (جَازِلانَ طَومُشونِي)

أَسَد (بَانْثِرا لِيو)

نَيْبِلُ الثَّو (كُومُوكِيَتِس تَوْرِينوس)

جَماعَةُ الرُّزْدِ (أَكُوس بُوْدِشِي)

صَبِيع (مِنْ نَوعِ هَايِينا)



## الشُّهُوبُ الْمُقَشَّبَةُ الْأَسْيَوِيَّةُ

تمتدّ الشُّهُوبُ الْمُثْبِتَةُ (الْثَّيْسِي) عَبْرَ أَوَابِطِ آسِيَا - مِنْ  
أُورُوشَا إِلَى الصَّيْفِ. وَفِي الْمَاضِي كَانَتْ تَجُوبُ هَذِهِ  
الشُّهُوبُ مُقْعَدَةً كَبِيرَةً مِنَ الْحَيَوَانَاتِ الرَّابِعَةِ،  
كَالْبُيُودِ (بَيْرُون بُولْس) وَهِيَ الشَّعَا (سَعَا  
بُرْمَانِيكَا)، غَضَمٌ اعْتَابَهَا فَتَشَطَّ نَحَاءَهَا  
الْمُحَمَّدُ، وَدَوَّسُ ثَرَوِهَا فَتَغْرُهَا فِي لَأْرَضِ  
شَيْشٍ وَتَشْمُوهُ كَمَا تُحَصِّصُ ثَرَتُهَا بِرُؤُوسِهَا وَفَصْلَانِهَا  
لِكُلِّ الصَّدِّ وَالْمَرْبِيعِ وَالْأَسْرَاعِ فَصَتْ عَلَى مُعْظَمِ هَذِهِ  
الْحَيَوَانَاتِ وَجَدِيرٌ بِذِكْرِ أَنَّ طَاءَ الشَّعَا أَحَدُهُ فِي لُبْنَانِ  
مُفَصَّلٌ بِدَائِرِ الْحِمَايَةِ الْمُطَفَّةِ حَاتَّ



الْمَازَا: أَرَبُ بَقَاوِيَا (ذُولِكُو تِسْ  
بِتَجُود) نَعِشْ جَمَاعَت قَد يَبْغُ  
عَمْدُه ٤٠ فِي الْخَطَرِ الْوَاحِدِ..  
وَهِي تَسْتَطِيعُ الْهَرَبَ مِنَ الْخَطَرِ  
بِفَرَاتٍ سَرِيعَةٍ، تُقَارِئُ وَاحِدَهَا  
أَيَّزِي، بِقَصَلٍ رَجُلَيْهَا الْحَمِيَّتِي  
الطَوِيلَتِي

## المُنْجِجَات

في سهوب (اينباس)  
أمريكا الجنوبية، تعيش  
أعداد ضخمة من الثبوت  
الصغيرة تحت الأرض في  
دائري من حفر الحرائق  
وهدد  
تنتج ثلثها في مرج  
جبال الألب فلا تترك

المعادن على السطح، مما يغني التربة بالأملاح  
ويُعزّز نمو الأعشاب والنباتات الأخرى وهي  
مُهوِب البريري بأمريكا الشمالية، تعيش السحابت  
الأرضية (من نوع ساينوميس) المعروفة بكلاب  
المرج في جماعات ضخمة ضمن مستوطنة كاملة  
متصلة شبكة المخورو. وهي تُحسّر، بالرعي  
مُحصّر، كامل المنطقة حول المخورو التي  
يحرك لأعداء محوها مكشوفة للريّة



أَخْطَارُ تُهَدِّدُ الشُّهُوبَ  
الْعُشْيَةَ

حَقَّقَ الصَّدُ عِدَدَ الْحَوَائِثِ  
 الرَّاعِيَةِ وَمَقَرَّ مَبَاهِدَ فِي الشُّهُوبِ  
 الْعُشْبَةِ، إِلَى حَدِّ بَعِيدٍ، حَتَّى فِي  
 مَاضِقِ الْحَظَرِ لَا يَرَاهُ الدَّاسُ بِصُطَادُونَ  
 خُبْرَةً يَدُوبُ تَرْحِيصٍ وَتَبِيحَةٍ لَدُنْكَ فَقَدْ  
 قُبِلَ حِلَالُ الثَّلَاثِ سَةِ الْمَاصِيَةِ مَا لَا يَهْلُ  
 عَر ٨٥ مَعْنَى مِنَ الْكَرَكْدَاتِ فِي الْعَالَمِ وَتَقَوْمُ حَقَرُ الصَّدِ  
 فِي كَيْسٍ وَسَوَاهَا، تَعَقَّبَ أَصْبَادِيهِ الْمُحَالِفِينَ، وَتَقْدُونَ  
 أَحَدًا حَوَائِثِ اصْطِيدَتْ بِصُورَةٍ غَيْرِ دُوبِيَّةٍ

أعاش الأَرْضَ (الْأَرْضَ الْبَيْضَ)،  
فِي مُعْظَمِهَا، بِحُورٍ أَمْثَلِهَا  
وَحَدِيثٍ وَاحْيَانًا  
وَسَائِلَ لِكَيْفِ  
الْهَوَاءِ



الأَرْضُ (النَّمْلُ الأبيض)

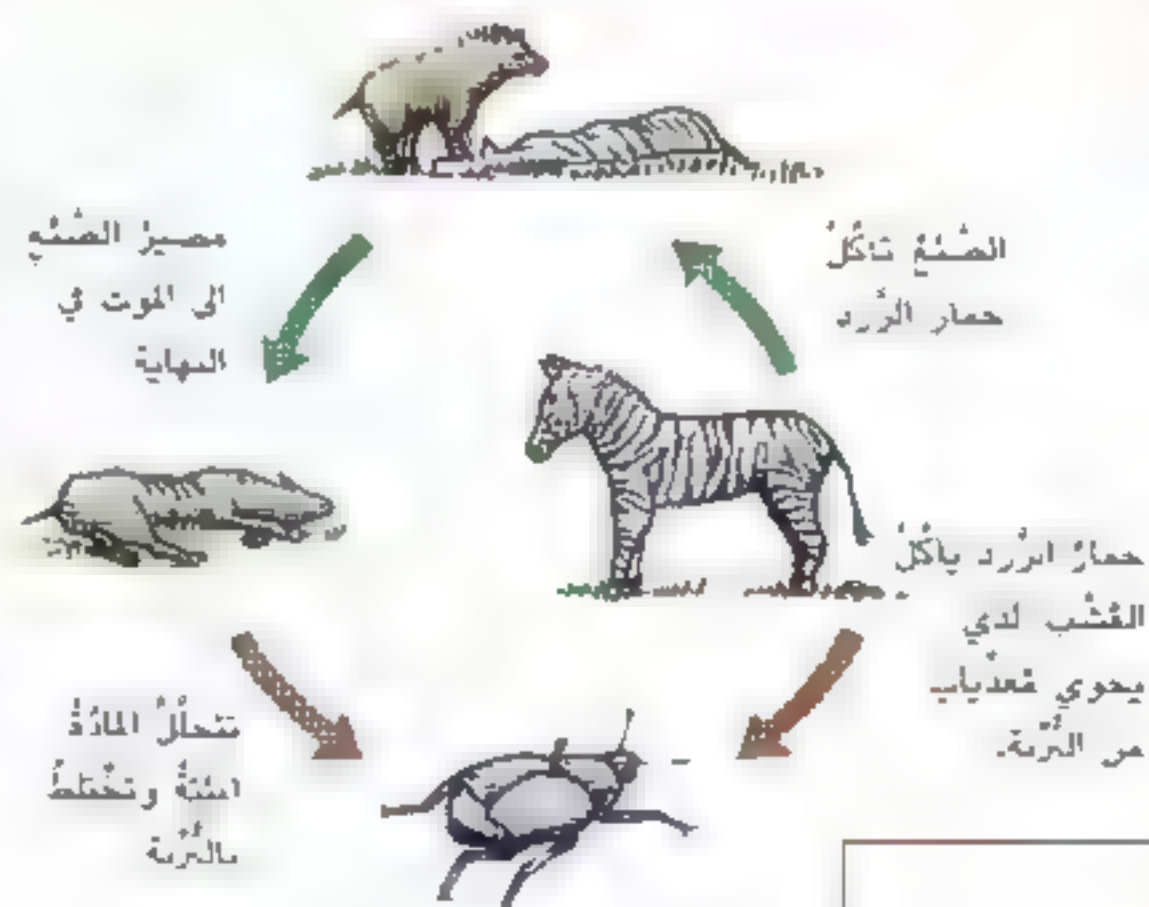
الأرض من عوامل الإيجال الأساسية في الشهب  
القشبية. فهي تأكل المواد القابلة أو تنقلها إلى داخل  
عشاشها الرحيبة الطبقة لاستخدامها قمتا (خليط  
سمند) لنظف لي نغيبها بغدي بها وقد يعلو  
لغش الرحيبي لبعض أنواع الأرض ٢٠,٥ م ويستوطنه  
قراة ٢٠ مليون أرضة.

تَحْفَرُ الْقَمِكَشَاكُ (الْأَوْشَوْسُ مَكْسِمَسُ)  
شَبَكَاتُ ضَخْمَةٌ مِنَ الْأَعْيَانِ مَارِجِلُهَا الْأَمِيَّةُ  
الْقَوِيَّةُ. وَتَسْتَطِيعُ غَلْقُ الْمُنْغَرِيں أَيْضًا الْحَفْرَ بِسَعِ  
الْتِرَابِ مِنَ الدُّحُولِ فِيهِمَا. وَهِيَ تَنْتَرِجُ لَيْلًا مَتَاكُلُ  
الْأَعْيَانِ وَالْبَيَاتَاتِ الْأُخْرَى.



جورج وُجوي  
أدمسون

عجل قَبْلَ الصَّيْدِ  
البريطاني جورج آدمسون  
(١٩٠٦-١٩٨٩). وروحه  
جُوي (١٩١٠-١٩٨٠) على  
حماية الحياة البرية والعناية  
بها في كينيا، بمرقبة. وكانت  
الروحة تهتمُّ بالأسود بصورة  
خاصة. وقد اشتهرت بتربية الثور، بسا  
كجروؤ ثم إعادنها إلى الحياة الحرة  
وقد أخرجت بضعة أنثى بينما سيماني  
عام ١٩٦٠ بمؤان أوُلِدَتْ حُرَّةً.  
وللأسف، قُتِلَ جورج وحوي آدمسون  
عملًا في كينيا.



تتعلق العضلات إلى عُقَدِيَّات  
معقل المُعْصِيَّات الحَالَة كالحماض

## دورة المغذيات

يقضي الكثير من الحروب والكثير  
والظفر، في الشهوات العنيفة، بالنسبة أو  
حروب الحب أو مروت الحب  
فيصبح بعض هذه الممدرات حرة من أحكام  
حالات ويصير بعضها في الحر الأم إلى  
إحصاء شره وهكذا فإنه لا يصح شيء  
بل تدور الممدرات في حلقة متواصلة

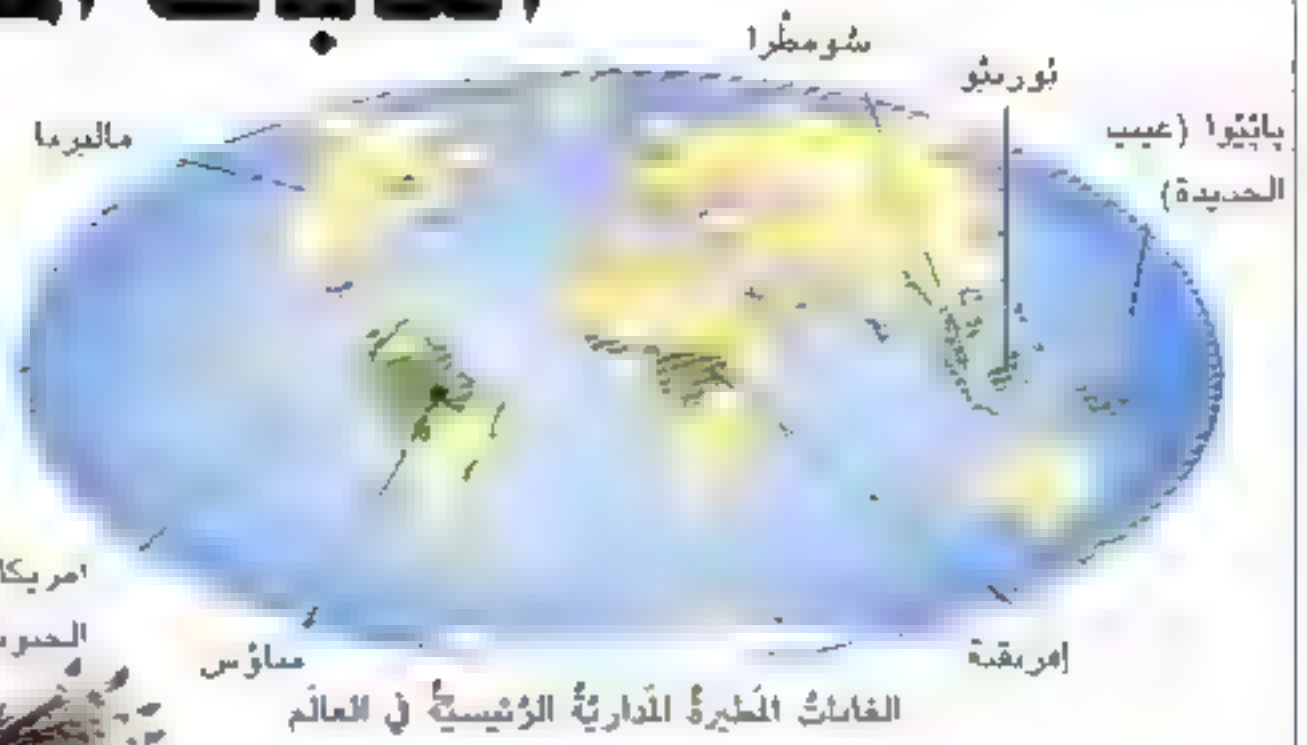
### لُزِيْبُ مِنَ الْمَعْلُومَاتِ النَّظَرِ

المصاحح ص ٢٤٤  
انتعدي ص ٣٤٢  
التهضم ص ٣٤٥  
تسلايل واششكت تعديئة ص ٣٧٧  
التهفرة والإسبات ص ٣٨١



# الغابات المطيرة الاستوائية

الأنظمة البيئية في الغابات المطيرة المدارية تضم أكثر من نصف أنواع الحيوانات والنباتات في العالم، رغم أن ما تغطيه هذه الأنظمة يقل عن ١٠٪ من مساحة اليابسة. تنمو هذه الغابات في المناطق القريبة من خط الاستواء في أمريكا الجنوبية وإفريقية وآسيا وأستراليا. وهي تزخر بالحياة لتوافر الظروف الملائمة لازدهار الكائنات الحية - من رطوبة ودفء وضوء شمس ساطع من فوقها. أشجار هذه الجراج تنمو بسرعة، وتبلغ ارتفاعات عالية في تنافسها للحصول على أكبر كمية ممكنة من نور الشمس.



الغابات المطيرة المدارية الرئيسية في العالم  
الغابات الحطاطة (هارنيا هاريجا)، أكثر الكواكب في العالم، تخلق فوق ظلة الشجر المتشابكة بقعاً من الشعاعين والدقائق الكسالي



## رعاية الغابات

تقوم هذه العائلة في لغات المطيرة البرازيلية بوضع أشجار من مواد صلبة لعد عشر سكان لغات آلاف الشجر في وند مع البنية، يزروعون مريخ من لزوع في مباحث صخرة لتلونها بعد وضع سواب دركس أثره غروج ويستعد خصونتها ويملك يحصلون على العائد منصوص من لغاتيات

الدائن لكسالي (براسيوس تريديكتيلس) مكل وسفل وشام شلقة، راسا على عقبه بأعصا الشجر مستخدمة قحالبها الطويلة الحطاطة

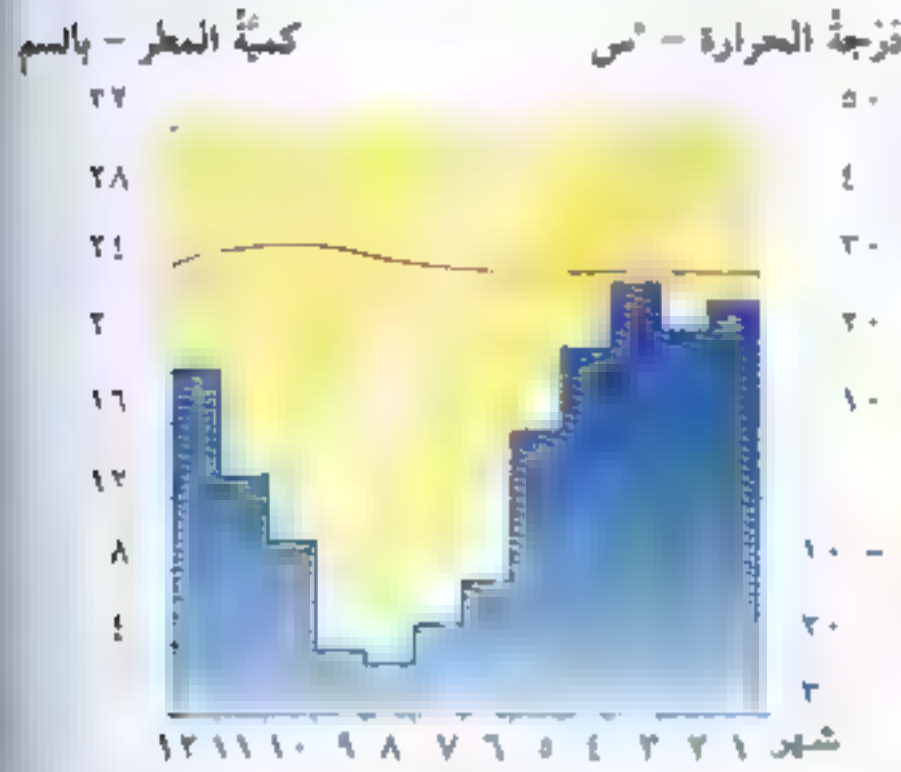
## الطبقات الأحيائية

أحياء البرية في الغابات المطيرة لأمروية تعيش على مستويات متباينة، فمعظمها يعيش على مقربة من ذرى الشجر - في الظلة، حيث سوف كميات ضوء الشمس واندفء وانطعم وينتصا تنوع الحياة البرية في الصفات الأدنى الأعتم والأبرود، تحت الطبقة أما الحيوانات الكبرى فتعيش على أرض الغابة

تدفع خشون البشر الفعيلة العامة في طوابير من حوالى ٢٠٠٠ نملة، بقعاً عن الطعام ليرقاتها البقري الحنبرية (من نوع تياشو) شعدي بالنباتات على حافة العدة



الجوتي (من نوع ناسي بركا)



المعدل الشهري لدرجات الحرارة وكمية المطر في مناوس، بالبرازيل

## المناخ

الغابات المطيرة دافئة على مدار السنة، وسراوح درجات الحرارة فيها بين ٢٠ و ٢٨ س. ومناخها هو الأكثر رطوبة بين مختلف الأنظمة البيئية، إذ يهطل فيه الأمطار كل يوم تقريباً، ويبلغ معدل اسطر السنوي فيه ٢ أمتار

ضعافد الشجر عاثة الانتشار، أو تشميط وصع بيوصها لي ثمرات اماء لتجمع في الشجر.

الشعاعين العكسة (من نوع أيتلس) تستخدم أدبالها في قنص الأعصان

أصل الشجر الخضراء (كورلس كانبس)



في النضج الشخنة، تتجوى السلائب المفترسة والمتسلقة حول الشجر والحصاب

مزود الحفور المرفعة (مانثرا أوتكا) موهة اشاء تصليده غراشة كالاجوتيات والبقاري الحنبرية

تنشط الفطريات العيش على أرضية الغابة لأنها لا تحتاج الضوء لتخليق غذائها.

## نظام بيئي صغير

برومليديات سادت تعيش على أعصان أشجار، ويتجمع الماء فيها بركبات تولد نظاماً بيئياً صغيراً يوفر فيه الزرق المتعفن ودرق الحيوانات غذاء للمكثريا والحشرات التي تعدو بدورها غذاء للحيوانات الصغيرة.



## التقلُّ في الغابة

حوت الغابات المطيرة هذه صيراب حاضنة نعلها على سفلى بين الشجر وتقبو ذات أحذية عريضة قصيرة تمكها من الارتفاع و الدوران بين الأعصان وبعض حيوانات مجهزة بذلاب حديدية تنسج كلاحية تمكها من الارتلاق شرعى من غصن لآخر وتستخدم لتعادى بدنها وأقدامها بسنن، وبعضها يعض الأعصان أيضا بذيله المهيأ للقضم كانه تد إصافه



## طائر الفردوس

يعيش طائر الفردوس براجاسي (برادينا راجاسا) في غابات المطيرة في بابوا (غينيا الجديدة) وهو ذو جاذش عسرين للفران من الشجر، وفدش فوشش بعض الأعصان وبأسطاعه يدك، كخش هذه العنق من غصن، فتد راس على غصن، لأحبات دة لأبات بوسه تراهي الألوان

## السفلة (الأورانغوتان)

يطلق السفلة (نونغو سجميوس) سرعة كبيرة من الشجر بفضل دراعه الطويلين وأصابعه القوية وهو يعيش في غابات مطيرة في بورنيو وشومفرا، ونقطه «أورانغوتان» كلمة من لغة تعني «إنسان غابات»



## الوزغة الطائرة

يعيش لوزغة طائرة (تيكورون كيلي) في الغابات مطيرة الماليزية، بفضل انقيبات الجلدية على طول جاني جسمها ودينها و رجليها تمكها الارتلاق شرعيا من شجرة إلى أخرى، كما إن هذه القيات نمولها وهي حادة على نحاء الشجر، ووزغة مرودة منحت حاذق وخيود حريته في ادمها لتساعد على الانساق بخدوع الشجر لرتقه

يقطر المطر تساعدا على الشجر فتتغذى الأوراق والأعصان والجذور وتغذى لأشجار فاص الماء بالفتح والشجر من وراقها

## الدورات في

### الغابات المطيرة

لحاء و الأكسجين والمعادن والسعدات شجر غير شجر وبسب تدفد والظلمة، أشاء، في غابات المطيرة سدرته، بعدد دورات انقيبات من ثرية سرعة في بقاءه بوسعه الشجر وهد يعني ان ثرية تنمى بسرعة لا يتصح سرعة

توجد الأنسجس بناء السفس، تلفظ بناء لخلق اصوي كمد تلفظ بسبي كسند الكرمون اشاء السفس وتوجد اشاء المخلق الصوي

سقط الأوراق والحيوانات تدفد الى الارض

الك يا والفطر في ادرته تفتك المواد الساء، فتمض الشجر المتعدات منها، عثر خدوره، وبسببها يفتك



## أخطار تهدد الغابات المطيرة

تقد دمر أكثر من نصف الغابات المطيرة في العالم منذ العام ١٩٤٥، وأدى ذلك إلى امراض مثل الأوباء من الحيوانات والنباتات وتقدر بحرق معدل هذا بتدمير حاشيا بمساحة ملعب لكرة القدم كل ثانية، ولأخطار الرئيسية التي تهدد هذه الغابات حاش مضدتها وطفو الأشجار خشب، ومختو الحراج للزراعة وانشاء المزارع أو لزربية المواشي أو لتعيق عن السقط والمعادن

## دراسة الغابات المطيرة

يعيش الآن من لأوباء حيوانه ونباته في الغابات المطيرة ولا يعرف انقضاء عنها شئ كفى حسن فتكثف على درسيها حاشا، فستدس فعدبات السفس حاشه لتصلو الى ذرى الشجر فيها، كما بشومون شوق مغرب دسبه من شجر



## رئات كوكب الأرض

توصف رئات كوكب الأرض كخزانة حية، ربات كوكب الأرض كالمصحات حاشه منها، هذه الغابة في ماليزيا، واحد من اجواء كومات صحبه من شاي أكسد الكربون وتعد كة كسات كبريه من الأكسجين وانشاء شاء محقق الصوي، مما يؤثر في سطح الارض ككامل

### لزيب من المعلومات انظر

- الندح ص ٢٤٤
- تجيبيل لصوبي ص ٣٤١
- بصم نيل في سب ص ٣٤١
- دورت في العلاف الحيوي ص ٣٧٢
- النون والشمويه ص ٣٨٠
- الحياد الثرية في حطر ص ٣٩٨



# غابات المنطقة المعتدلة

تتَمُّو الصَّنوبرياتُ والشَّجَرُ العَرِيضُ الورق في غاباتِ المناطقِ المُعتدلةِ الشماليَّة، كـبعضِ أنحاءِ أورُوبا وأمريكا الشماليَّة، ذاتِ المُسَاخِ المُعتدِلِ حيثُ تَتميَّزُ القُصُولُ بِشِتاٍ بارِدٍ وصَيفٍ حارٍّ غيرِ شديدي التَّردُّ والحرِّ. ويَعلُبُ نَماءُ الحراجِ الصَّنوبريَّةِ سَمالاً، فيما تَنتَشرُ عَريضةُ الورقِ بعيداً إلى الجنوب. وتُوفِّرُ هذه الغاباتُ طعاماً ومأوى لآعدادٍ صَخمةٍ من النباتات والحيوانات. وهي عُموماً غيرُ كثيفة التَراصُّ، كالغاباتِ المَطيَرة، لذا تَستطيعُ النباتاتُ الصَغيرةُ العَيشُ فيها بما يَصلُّها من ضوءِ الشَّمسِ دونما حاجةٍ لِتَسَلُّقِ بَواشِقِ الشَّجَرِ لِيلُوغه. وفي المناطقِ الأبردِ يَستَغرِقُ انجِلالُ الموادِ المِيتَةِ سَنينَ عديدةٍ ممَّا يَجلُّ دوراتِ المُعدَّيات فيها أَبطأ.

فتصالحُ المُفَارُ  
(لُوكسِيَا كيرفُروسْترا)  
يَستَكُنُّ من فُتُحِ أَكوارِ  
الصَّنوبرِ بِمُفادِهِ  
لِتَلوُغِ الثَورِ  
ساحِلِها

المُطرُ الحامِضُ يُؤثِّرُ  
سَلْباً على الصَّنوبرياتِ  
مُتسَعِّطِ أوراقِها الإبريَّةِ

## الغاباتُ الصَّنوبريَّةُ

تُغثُ بَواشِقُ الصَّنوبرياتِ في مُسَاخِ الدَرْدِ والأشجارِ لا تَستطيعُ سَلْطُ المَاءِ من التُّربةِ المُتجمِّدةِ في الشِتاِ؛ لَكنَّ أوراقِها الإبريَّةُ أَمَّا فَعْدًا لِمَاءٍ من لَآوَرٍ اسْتِطاعَ العَريضةُ، لَدَ تَصلُّ الصَّنوبرياتِ دائمةُ الخُضرةِ على مَدارِ لَبنَةِ. كما رُبَّما اشكَلُ المَحروِطِ، لِلكَثيرِ من الصَّنوبرياتِ، مَحَلُّ شَلْجٍ يَزلُّ عنِ أعصانِها، ويُحَثِّها حَطرُ لَمُطَبِ حَربِ ثَلْجٍ اشجَعِ بَترَكم

## أخطارُ تُهدِّدُ الغاباتِ

لَقَدِ أَحتَثَّ عَدَدٌ عَديدةٌ في المَناطِقِ المُعتدلةِ لِإنشاءِ المَزارعِ والبَوتِ وكَثيراً ما تُستورَدُ الصَّنوبرياتُ من لُندالٍ مُحْتَمَلةٍ لِجَلِّ مَحَلِّ العَداءِ العَريضةِ الورقِ، لِأَنَّ الصَّنوبرياتِ أَضَرَّ نَموً وُجُودَها المُستَقيمةُ اِئْتَرُ لِلشَّجَرِ البَواشِقِ حَشيَّةٍ لَكنَّ الأحياءَ البَريَّةَ في العالِبِ لا تَستطيعُ العَيشُ على الأشجارِ الجَديدةِ.

مَزارِعُ  
صَنوبرياتٍ من  
جَيسِ بَاسِيَا  
(الراتِبيَّةِ)  
ولارنُكس  
(الارِثيَّةِ) في  
سَكتِلانِدا

السَماحيَّةُ الرَمامِديَّةُ  
(سَيُورُس)  
كارولِينسُ (نَدَمُ)  
بَمازِ التَّلُوطِ طَعاماً لِلسَنا  
وهي، بِطَبيعَةِ الحالِ، تُصَيِّغُ بِقَصرِها  
عَيشُها ونَموَ أَشجارِها جَديدةِ

تَعضُّ الحَريشُ المَ دَرجِ  
وارِبعِ، (النيُوبُوس)  
فُورفِيكاشُ (في الأماكِنِ  
الرَظْمَةِ، مِنِ الوَرِقِ مِثلاً،  
وتَعضُّ العَناكِبِ والدَندارِ  
وَحَبيزِ القَتانِ لَيلًا

عَفْشُ التَّلُوطِ (السَندِيانِ) تُحَدِّثُ  
رَمايَزَ العَفْشِ (الاندِيكُوس)  
كولَاري، بِوَضْعِ ثَيوَضِها على  
مَزارِعِ السَندِيانِ في الرَبيعِ، فَتَنتَظِرُ  
البَرقانِاتِ دَاحِلَ العَفْشِ إلى رَمايَزِ تَكلُّ  
طَريقَها إلى خَارجِ العَفْشِ في الخَريفِ.

## مَظُومَةُ بَيشِيَّةِ سَندِيانِيَّةِ

شَجرَةُ السَندِيانِ من عَريصاتِ الوَرِقِ، تُؤثِّرُ مَظُومَةُ بَيشِيَّةِ مُكاملِها هَهي تُحَنُّ عَداها سَفسَها، وَتَعدو أَوراقِها وأَربَازَها وَثَمازَها وَلِحازَها وَحَشيَّها طَعاماً لِلمَحرِساتِ وَالصَّنوبرِ وَاللُتُوناتِ الصَغيرةِ. وَهَذِهِ الكائِناتُ تَعدو بِدَوَيرِها طَعاماً لِلحيواناتِ الأَكْبَرِ. وفي نَهايَةِ المَطابِ تَعمُوتُ الحَيَواناتُ جَميعُها وَتَحلُّ موادُها فَتَعودُ إلى التُّربةِ، وَتَنتَظِها الشَّجَرَةُ مُحدِّداً كَمدَدِابِ وَتَستَخدِمُها في عَمَلِها المَمو وَتَضعُ المَظُومَةَ السَيشِيَّةَ معِ القُصُولِ فَتُنتِ فُروعُها مُورَقةً في الرَبيعِ وَتُسَقِطُ أَوراقِها في الخَريفِ. أمَّا في الشِتاِ، يَتهَجُّ الشَّجَرُ وَتُنتِ الحَواشِ أَوْ تُغَلُّ سَاطِها أَوْ تُهاجِرُ

مُفَارُ الحَشرِ  
الأَرَقُطِ الكَثيرِ  
(دَندِروكُوسِ وَبيجِر)  
يَعمُشُّ في تَجاوِيفِ الشَّجَرِ  
بَاقِراً لَحدُودَها العالِةَ تَختُّ عنِ  
حَشراتِ بِاَكلِها



بَيعِشُ حَمازِ العَنا  
(يُورُسلُيو شَكايرِ) في  
الأماكِنِ المَظْلَمَةِ الرَظْمَةِ  
مَحَبِ الوَرِقِ وَالْحِجارَةِ  
وَاللَحاءِ وَالخُدُوعِ،  
وَيُغْتَدِي مالِوَرِقِ المُتَعَفِّقِ  
وَاللَحاءِ وَالقُطُرِ.

أَوعِيَةُ لِأَشجارِ  
(حَمازَةُ الرَماقِ) في  
مَطرِ العَسلِ  
(رَمدَلارِدِ مَلِد) تُنتِ على  
أَروماتِ الشَّجَرِ وَعنِ  
الأَشجارِ المِيتَةِ في الخَريفِ.

## لَزيدُ مِنَ المَعلوماتِ انظُرْ

لُندُجِ ص ٢٤٤  
الصَّنوبرياتِ ص ٣١٧  
شَباثُ الرَهيَّةِ ص ٣١٨  
بَمازِ الشَّجَرِ في شَباثِ ص ٣٤١  
دَوراتُ في العَلائِصِ الحَويَّةِ ص ٣٧٢  
الهِجَرَةُ وَالسَنا ص ٣٨١



# الحواضر والمدن

مع تنامي سُكَّانِ المَعْمُورَةِ إلى ما يُقَارِبُ السَّتَّةَ مِلياراتٍ نَسَمَةٍ، تَتَزَايَدُ المِساخاتُ التي تَشْغُلُها الحواضرُ والمدُنُ لاسْتِيعابِهِم. وتُضْطَرُّ مُعْظَمُ الأحياءِ البرِّيَّةِ الأصليَّةِ في تلكِ المناطقِ إلى هَجْرِ مَواطِنِها. لَكِنَّ بَعْضَ الحيواناتِ والنباتاتِ تَنَجَّحُ في التَّعايشِ مع الأوضاعِ الحديثةِ - مُستَفيدةً مِنْ مُناخِ المَدُنِ الأدْفَا (عِدَّةُ درجَاتٍ مِنْ جَوِّ الرِّيفِ) والأقلَّ تَعَرُّضًا لِعَاصِفِ الرِّيحِ. كما تَعْدُو فَضَلاتُ البَشَرِ ونُقايا مُطابِخِهِم مَضَرَّ غِذاءٍ وَفيرًا لِلْكَثِيرِ مِنَ الحيواناتِ الأصليَّةِ.

## الحياة في نظام بيئي حضري

يُوفِّرُ المِيتُ وحديقَتُهُ في نَظَمِ بِنْيِ حَضَرِيٍّ، كَسُيِّلٍ هَبٍّ، مَجالاً حَيَوِيَّةً مُتَوَعَّةً لِلنباتاتِ والحيواناتِ. فَالطُيُورُ، كَالرَّازِيرِ، تَبْنِي وتُعْشِشُ في السَّقْفِ مع الخفافيش والسَّاجِبِ، وَالكِائِناتُ الأصغَرُ، كَالضَّرَاصِيرِ (بَناتِ وِردانٍ) والنَّمالِ والخَنَافِيسِ والثَّغْ، تَجِدُ طِعامًا ومَأوًى لَهَا خَلْفَ الجُدُرانِ وَتَحْتَ الأَرْضِيَّاتِ وفي الخَرائِنِ. وَتَعِيشُ الفَرانُ والجِرْفانُ في مِصارِفِ المِياهِ والمِجارِرِ

## الثعلب الأحمر

الثعلب الأحمر الذكي (ثعلب فوس) تكيف جيدًا للعيش في المدن فهو مُسرِعُ القَوْدِ يَأْكُلُ كُلَّ شَيْءٍ عَرِيذٍ وَكَثِيرٍ ما يَعرُو صِناديقَ النُّعَاطِ يَخْذُلُ عَنِ فَضلاتِ طِعامِ البَشَرِ

## الأوبوسومات

نَحْنُصُ أَنْواعَ الحيواناتِ التي تَعِيشُ في المَدُنِ بِاختلافِ المَواقِعِ الحَضَرِيَّةِ وَالطُّرُوفِ المُماحَةِ

فالأوبوسوم امهرجوني الذئب (تريكموسوس فنجولا) قد تكيف جيدًا بعيش المدن في أستراليا. فهو في الحياة البرية يأوي عادةً إلى الجحور والكهوف وتعاويف الشجر، لكنه في المدن تعلم أن يتحد له وكُنَّا في سقوف المباني وتعيش جالِبَتٌ مِنَ الأوبوسومات في الحدائق العامَّةِ، وَهي تَذْجُرُ أحياناً بِحِيتِ نَعْدُو أليَّةً تَتَناولُ الطِعامَ مِنْ أَيْدِي النَاسِ.

تُعْشِشُ الخَطاطِفُ (يَلِكونُ أَوْرِيكا) تَحْتَ طُفِّ السَّقُوفِ

الثَّلاثُ (هَدِيرَا هَلِكْس) بِسَلَفُ الجِدارِ مُنْطَلِقًا مِالْجِارَةِ أو الطُوبِ

العِناكَتُ تُعْشِشُ تِساكِها الشَّعْبَةُ لاقْتِصاصِ مِراسِها مِنَ الحَشَرَاتِ

فَدِ يُخْطَلُ عِشَمٌ مِنَ الحَدِيدَةِ مِلاَنًا طَبِيعِيًّا لِلحِياةِ البرِّيَّةِ - تُنْغُو فِيهِ عِشائُنٌ طَوِيلَةٌ وَحِشائُنٌ، وَتُراكِمُ فِيهِ كُومَاتُ النَّمَرِ وَالخُدُوعِ المُعْطِيةُ مِثْلَ يُوْفَرُ لِّلْكَائِناتِ البرِّيَّةِ العِذاءَ وَالْمَأوَى.

تُحْذِلُ النُّحْلُ كُؤارَةً في تِجْوِيفِ حِدارِيٍّ أو في اصْبِصِ ارْهَارِ قَدَمِ

نَحْنُصُ العِلاَحِمَ الشَّعْبَةَ (يُوْفُو يُوْفُو) تَحِبُّ الحِجارَةَ بِهازًا وَبِحُزْجٍ لِبَلِّا لِنَصْصِدِ الدِّيدانِ وَالْفِواقِعِ وَحَمِيرِ العِناشِ

الخَفَافِشُ الشَّائِعُ (بَيْشْتَرْلُس) يَبْنِي فِي رِوايا عِنيَّةِ السَّقْفِ

الطُّعامُ المَتْرُوكُ حارِجًا عَلى مِوانِدِ الطُّيرِ يُساعِدُ الصُّيُورَ وَالسَّجِيبِ عَلى العِيشِ خِلالَ الشِّتاءِ

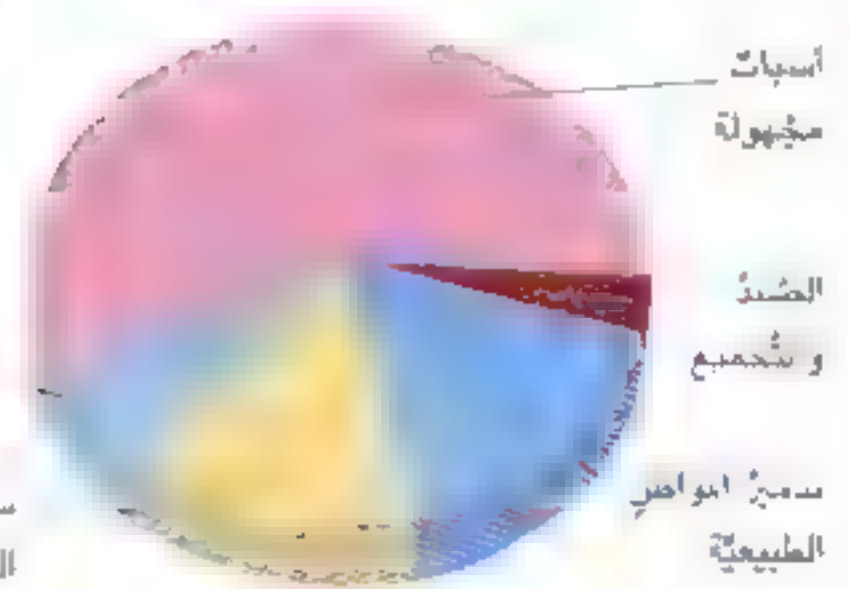
## المزيد من المعلومات انظر

السَّاحِ ص ٢٤٤  
السَّرُّ وَكُوكُهِم ص ٣٧٤  
العِصَلاتُ وَاعِادَةُ مَدِيرِها ص ٣٧٦  
العِشْرَةُ وَتُعْشِشُ ص ٣٧٩  
حِفاثُ وَمِعلُوماتُ ص ٤٢٤



# الحياة البرية في خطر

مئات الملايين من أنواع النباتات والحيوانات التي ظهرت منذ بدء الحياة على الأرض قد انقرضت؛ والبعض منها قد اندثر نتيجة لعمليات التطور والعوامل الطبيعية. لكن الإنسان، في الـ ٣٠٠ سنة الأخيرة، سرّع عملية الانقراض أكثر من ١٠٠٠ مرة بتدمير المواطن الطبيعية وتلويث البيئة وصيد مختلف الأنواع وتجميعها. ومن العسير احتساب سرعة انقراض الأنواع هذه بدقة حاليًا، لكن بعض الخبراء يُقدّرونها بحوالي ١٠٠ نوع يوميًا أي نوعًا كُلُّ رُبع ساعة. ويُقدّرون أن ما يُقارب المليون نوع مُهدّد بالانقراض خلال الـ ٢٠ سنة القادمة ما لم تُتخذ الآن إجراءات حاسمة لتفادي ذلك.



## أسباب الانقراض

الأسباب الحقيقية لانقراض كثير من أنواع الحيات لا تزال مجهولة، لكن يُحفظ نسبة اندثر أعلاه، يُستدل أن تدمير المواطن الطبيعية وحيوانات المخلوبة اندحبة هما مساران رئيسان يحدان ذلك فإن الصيد وجميع أنواع التلويث من اختفاء العديد من الحيوانات.

الأسباب الرئيسية للتلويث (التي لم يعمل فيها الإنسان) كالتلويث والتلويث، هي مواطن طبيعية غنية للحياة البرية، بحديقة للحشرات والأسماك والطيور.



سبب تدمير المواطن الطبيعية يشمل المحيط والظفر (الأنشطة الزراعية) والتلويث والتلويث (المصانع) والتلويث والتلويث (المصانع) والتلويث والتلويث (المصانع).

هو منحلل الفرمري (يودوسينغس) روبرت



## تدمير المناطق الرطبة

المناطق الرطبة هي إحدى لاصحة البيئة الأكثر عرضة للتهديد في العالم؛ وقد تدمر أكثر من نصفها بالفعل. تدميرها يهدد التنوع البيولوجي ويؤثر على المناخ. المناطق الرطبة هي موطن للعديد من الأنواع المهددة بالانقراض، بما في ذلك الطيور المائية والبرمائيات والأسماك. المناطق الرطبة هي أيضًا موطن للعديد من الأنواع المهددة بالانقراض، بما في ذلك الطيور المائية والبرمائيات والأسماك.

بورتوريكو ٣٤ نوعًا ماليزيا ٩ أنواعًا ترينيداد وتوباغو ٨ أنواعًا الولايات المتحدة الأمريكية ٥ أنواعًا

## طيور في خطر

تُستبعد أكثر من ١٠٠ نوع من الطيور من خطر الانقراض. هي صرخت من مواطنها الرطبة على أشواطي حد رتة والطيور الحاضرة، هي الأكبر عرضة لخطر حرق تدمير تلك المستعبدات وتلويث المحيطات أعلاه تعدد الخطر لأنواع تطوّر المهددة بالانقراض في المستعبدات المستورقة حول العالم يوم.

## نباتات في خطر

تُعدّ النباتات في خطر الانقراض. مع الانقراض، هي العنصر المهدد بالانقراض من ساحة تدمير المواطن الطبيعية والصناعة؛ وخصوصًا في المناطق التي تُستغلّ (الزراعة والصيد) هذا في هوان، مُهدد بالانقراض لادخل صناعة سكره ولافان. هوان تجمع النباتات على اقتنائه.



## الباندا النادر

يعتبر الباندا النادر من الأنواع المهددة بالانقراض. هو من الحيوانات التي تعيش في المناطق الجبلية في الصين. الباندا النادر هو من الحيوانات التي تعيش في المناطق الجبلية في الصين. الباندا النادر هو من الحيوانات التي تعيش في المناطق الجبلية في الصين.



محاصيل قصب السكر  
الاستراتيجية تلتفها امات  
كحماض القصب

الغيران بطبيعتها افة للفرار عن  
لكنها لم تكن العرائس المعصومة  
عندما خلقت علاجهم القصب الى  
كوسرلند

غشوم القصب ياكل  
الصغار الصغيرة

لصغار حلبة  
الاصيلة ليست هي  
فرار عن قصب السكر

غشوم القصب ياكل  
الورع وعطما اخرى

العطايا والورع حلبة  
امر عن صد الحشر

زجل غشوم القصب  
بوهو مرموس الى  
شبكة العنكبوت

لا يوجد عدد كبير من  
فقرسات علاجهم القصب  
نحو من تكاثرها - ولا  
يفضلها لا اجتماع من  
الطء او الحيات  
حما

## استجلاب الأنواع

في عام ١٩٣٥، أدخل نوع من العلاجم  
الأمريكية الى منطقة كوسرلند في أستراليا  
كعدو طبيعي لحماض القصب السكر  
كن العلاجم لم تكف يقض حماض بل  
رحت تاكل كاسب عديدة أخرى ولاعداد  
تفترسات القصبته بعلاجه، فقد تكاثرت  
باعداد ضخمة عدت بدقر الحدة اسرة  
الأسرته الأصلية

## الفقمة الرأهية

الفقمة الرأهية (من نوع موانس) هي بعض  
أندر الفقمة في العالم والمشتري منها يعل عن  
٥٠٠ في اسخر لايصل المتوسط و١٥٠٠ في  
هاوي، وقد انقرض ما كان يعيش منها في  
سخر كاريبي ان ملوث السخر، والضند،  
وامراكب سريعة، والظائرت قد أفقدت رحة  
الفقمة وأجلت بقاء بوالدها

## حدايق الحيوانات

دات الناس منذ القدم على اصليد الحيوانات البرية وعرضها في  
حدايق وفقرسات كثير من هذه الحيوانات كان نادرا وقد عد  
ساقس الحدايق على اتمه نهذد بالانقرص وتقوم فعضة  
حدايق لحيوان يوم باسلااد حيوانها، كما يقوم بعضها  
باسلااد حيوانا برية بادرة كحده العرسة والنسائم ادهني  
وذلك الاحمر ثم اعددها لشرح في مواضعها بركة

## لريد من المعلومات انظر

دورث في اعلاف الحوي ص ٢٧٢  
الس وكوكهم ص ٣٧٤  
اتصالات وعادة بدويره ص ٣٧٦  
سلاسل والشكك اعدائه ص ٣٧٧  
المصطف ارقه ص ٣٨٩  
لحدط على بيه الطيعة ص ٤٠٠  
حدايق ومعلومات ص ٤٢٤

## تجارة الجلود

الكثير من الحيوانات البرية لا تروى لفضاد، وعات بصورة غير قانونية،  
ظن عرائها او ذبيها او اسباها فعض الناس توفور لاريد، معاصف  
من خنود لشوربات الكيرة، كغشود وشور وبتن الشكك ساي  
اعلاه، فتمت المصادرات اعلمت من الخنود وقد باصفت هذه  
كفتت كثير في شمسك، لكن كثير من هذه لشوربات لا تروى  
بواحة حظر الاخر ص



# الحفاظ على البيئة الطبيعية

فراش الحليج البرتقالية الزرقاء (مليكتا انالبا)  
تُرست احتياجاتها الخاصة  
واعادت إلى الحياة البرية



حصان بربري (كوس ميس)  
استولذ في الأشهر وأعيد إلى الحياة البرية



فصاعة البحر الجنوبي (إسبيريوس)  
لوترا - محطون صيده ومضار  
في محميات الحياة البرية.



اوردة هواي (برائنا)  
ساندفيشيسر استولذ  
في الأشهر ثم أعيدت للحياة  
البرية



الكوالا  
(فاسكولازكوس)  
سيريوس محطون  
صيده ومضار في محميات  
الحياة البرية



الذئب الاحمر (كلميس ووفوس)  
استولذ في حدائق الحيوان  
وأعيد إلى الحياة البرية



الحوت الرمادي (إسكوريكتوس)  
زوبشوس - صيده محطون



البيرون الاوروسي (بيرون)  
نوناكس محمي في المحميات  
الطبيعية ببولندا.



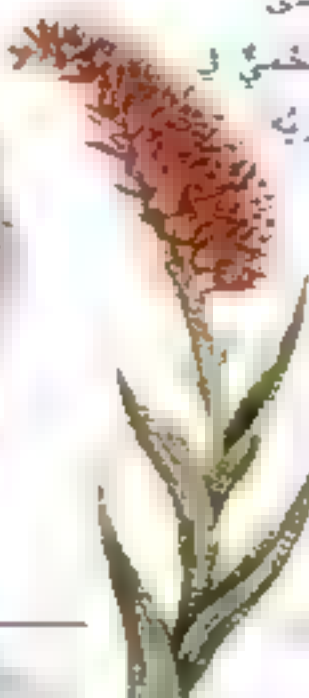
المهة العربية  
(اوريكس ليوكوريس)  
استولذ في حدائق  
الحيوان وأعيدت إلى  
الحياة البرية



الابل داود (الاهوروس)  
داغديس - أعيد من  
محميات في الغرب إلى الحياة  
البرية في الصين



الزنبق الفرجوسي النيوريلسي  
(ريروسما كلشمور) - محمي في  
محميات حورية



المر (بانير، تشيرس)  
محطون صيده  
ومحمي في  
محميات



يحظر الصيد، وحماية المواطن البيئية، وإقامة المحميات الطبيعية، وتحفيز  
التلوث، يمكن إنقاذ العديد من أنواع الحيوانات والنباتات المادرة. لقد بدأ الناس يدركون  
أهمية إنقاذ الحياة البرية من الانقراض. فالمؤسسات العالمية، كالصندوق العالمي  
للطبيعة، والاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية،  
جعلت الناس يعون مشاكل البيئة، وحفزتهم على جمع المال  
لحماية الأنواع المختلفة والحفاظ على مواطنها الطبيعية.  
والأحياء البرية الميئة على جوانب هذه الصفحة  
هي بعض الكائنات التي تم إنقاذها.



## اجتماع القمة لشؤون البيئة

في العام ١٩٩٢، انعقد في ريو دي جانيرو،  
البرازيل، مؤتمر حول البيئة، تمثلت فيه حكومات  
معظم دول العالم. وتدارس المدونون وسائل مفاد  
كوكبنا. وقد نصبت في ريو دي جانيرو اشجرة حياة  
أصفت عليها أوراق كتبت عليها ما وعد الناس بفعله،  
وما يعتقدون أن على الحكومات القيام به.

## كيف يمكنك المساعدة

كل فرد منا يستطيع الإسهام في احكام  
على بيئة والحياة البرية. فأت مثلا  
يستطيع جمع الورق والخشب والخشب  
المعادرة لإعادة تدويرها. فذلك يساعد في  
خفض عدد الأشجار المقطوعة، ولحم  
من حفرات التعدين تحت المواطن  
الطبيعية المادرة كذلك، يمكنك استولذ  
عن شراء الأشياء المصنوعة من حيوانات  
أو نباتات مادرة، واجتناب العتات ومواد  
التغليف التي لا يمكن إعادة تدويرها.



لذلك القصي (تالازكوس مارينوس)  
موطنه سيني محمي وصيده محطون  
رمز اعاده  
التدوير

## لمزيد من المعلومات انظر

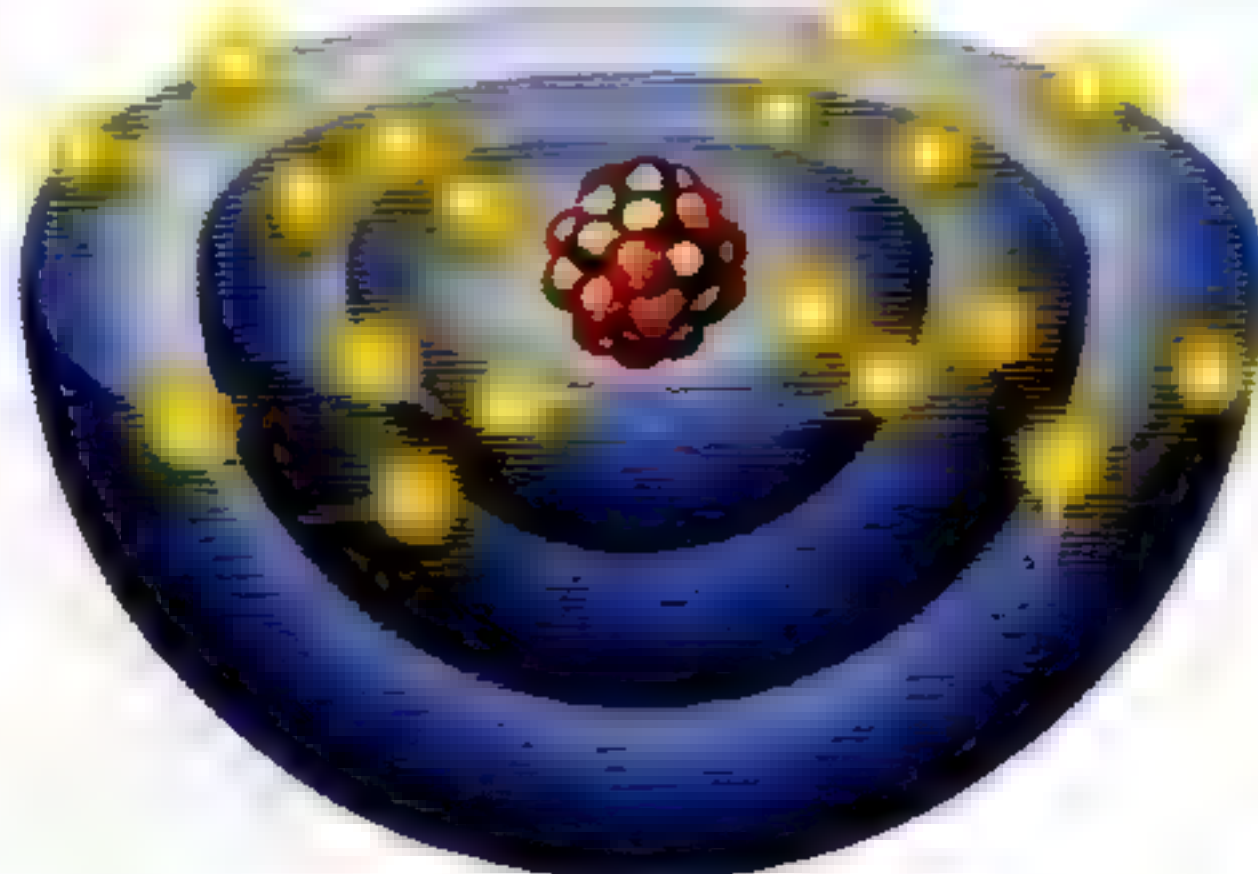
- تلاف حيوي ص ٣٧٠
- دوراث في التلاف الحيوي ص ٣٧٢
- الشركوكيهم ص ٣٧٤
- تفصلات واعده تدويرها ص ٣٧٦
- الحياة البرية في حطر ص ٣٩٨
- حقائق ومعلومات ص ٤٢٤



# حَقَائِقُ وَمَعْلُومَات

يَحْوِي هَذَا الْقِسْمُ مَخْطُطَاتٍ وَخَرَائِظَ وَجَدَاوِلَ حَافِلَةً بِالْمَعْلُومَاتِ وَالْإِحْصَائِيَّاتِ الْعِلْمِيَّةِ الْمُهِمَّةِ. وَمَوَادُّ هَذَا الْقِسْمِ مُرَتَّبَةٌ أَلِفْبَائِيًّا فِي هَذَا الْفَهْرِيسِ الْمَوْجَزِ لِتَسْهِيلِ الرَّجُوعِ إِلَيْهَا - عِلْمًا أَنَّ الْفَهْرِيسَ الْعَامَ ص ٤٣٤ جَامِعٌ شَامِلٌ لِمَخْتَلِفِ مَوَادِّ الْمَوْسُوعَةِ.

الصفحة	الموضوع	الصفحة	الموضوع
٤٠٨	- انْفُوزَةٌ وَ ~ (مُعَادِلَاتُ الْعِلَاقَةِ بَيْنَهُمَا)	٤٠٥	أَجْهَزَةٌ مُخْتَرِعَةٌ (أَوْ مُخْتَرِعَةٌ)
٤٠٩	- الْمَوَادُّ الطَّبَقِيَّةُ الْمُتَعَبِّرَةُ	٤١٦	الْأَرْضَادُ الْحَقِيقَةُ - أَحْوَالُ حَقِيقَةُ قُصُورِ
٤١٦	الْعُقُودُ (مَعْلُومَاتُ عَامَّة)	٤١٧	- مَرَاكِزُ زَلْزَلَةِ الْفَقْسِ الرَّبِيعِيَّةِ
٤١٧	الْعُقُودُ الْكَهْرَبَيْطِيَّةِ	٤١٧	- مُنَاقَاةُ الْمَدِينِ الْعَالَمِيَّةِ الْكُبْرَى
٤٠٣، ٤٠٧	الْعُنَاصِرُ - الْجَدْوَلُ الدَّوْرِي لِـ ~	٤١٦	- الْمُنَظَّمَةُ الْعَالَمِيَّةُ لِـ ~
	الْعَارِ - إِحْتِيَازَاتُ تَعْرِيفٍ ~ (الْهَيْدْرُوجِينُ،	٤١٤	لَارِص - بَرَكِيَّةٌ ~
٤٠٤	الْأَكْسِجِينُ وَثَامِي أَكْسِيدِ الْكَرْبُونِ)	٤١٤	- حَقَائِقُ جِيُولُوجِيَّةِ
٤٠٤	- تَجْمِيعٌ ~	٤٢٣	الْإِسْتِفْلَاقُ - مُعَادِلَاتُ ~
٤٠٤	- قَوَائِمُ ~		الْأَلْتِكَامَاتُ وَالْأَلْتِكِينَاتُ (الْهَيْدْرُوكَرْبُونَاتُ الدُّهْنِيَّةُ
٤١٨	الْعَصَاءُ - مَعْلُومَاتُ فَلَكِيَّةِ	٤٠٦	الشَّمْعَةُ وَغَيْرُ الشَّمْعَةِ)
٤٢٣	الْعَيْنَانِيَّاتُ	٤٢٥	الْمِرَاحِلُ الْأَوَّاعُ مُعَادِلَاتُ الْأَوَّاعُ الْمَهْدَدَةُ ~
٤٠٨	الْقُوَّةُ وَالطَّاقَةُ	٤١٣	الْإِنْكَسَارُ مُعَادِلَاتُ ~
	الْقِيَاسُ - وَحْدَاتُ ~ (هِيَ الْوَقَاسِيَةُ الْجُزْئِيَّةُ	٤٠٦	الْإِنْشِيءُ الْمُسْتَعْدَدَاتُ ~
٤٠٩	وَالْإِمْبَرَاتُورِيَّةُ وَتَحْوِيلَاتُهَا	٤٢٣	الْأَبْصَرُ (الْأَبْصَرُ لَاسْتِعْلَاقِ)
٤٢٠	الْكُنُوزَاتُ الْحَقِيقَةُ - تَصْنِيفُهَا	٤٠٨	بِيْنَسُولُ حَقِيقَةُ ~
٤٢٣	- حَرَجَةُ حَرَارَةِ أَجْسَامِهَا	٤٢٥، ٤٢٤	الْمَبَازِ
٤٢٢	- مَدَى الْأَعْمَارِ وَقُرَاتُ الْحَمَلِ	٤١٣	الْمَرْفُودُ - مَدَى ~ (لِلْأَلْبَانِ مُوسِيْقِيَّةِ)
٤٠٦	كَرْبُونَاتُ الصُّوْدُومِ	٤١١	الْمَرْمِيَّةُ الثَّنَائِيَّةُ - بَقَاةُ ~ ~
	الْكَهْرِبَاءُ وَالْبَيْطُيَّةُ - وَحْدَاتُهَا الدَّوْلِيَّةُ وَزَمْرُهَا	٤١٢	الْمَرْيَضُ الْمَرْبُوعِيَّةُ
٤١٠	وَمُعَادِلَاتُهَا	٤٠٥	الْمَرْيَضِيَّةُ سَنَةِ ~
٤١١	- الرَّمُوزُ الْكَهْرِبِيَّةُ وَالْإِنْكُتْرُوبِيَّةُ	٤٢٤	الْمَرْيَضِيَّةُ
٤١٠	- الْمُنَاقَاةُ الْكَهْرِبِيَّةُ	٤١٤	الْمَرْيَضِيَّةُ
٤١٨	الْكَوَاكِبُ السَّيَّارَةُ	٤٠٣، ٤٠٧	الْمَرْيَضِيَّةُ الدَّوْرِيَّةُ لِلْعَصْرِ
٤١٩	الْكُوْكَبَاتُ (الصُّورُ الْعَالَمِيَّةُ)	٤٢١	الْمَرْيَضِيَّةُ (الْمَرْيَضِيَّةُ وَالْمَرْيَضِيَّةُ)
٤٠٤	الْمَوَاقِفُ - الشَّوَابِقُ وَ~ (الْكِيمِيَاةُ)	٤٢٥	- مَجْرَةُ ~
٤٠٣	الْمَعَادِلَةُ - الْمَعَادِلَاتُ ~ (بِالْإِنْشِاعِ)	٤١٤	خَطُوطُ الْهَوَا وَتَعْرِيفُهَا
	الْمَوَادُّ الْأَوَّلَةُ بَوْرُغُهَا فِي الْعَصْرِ	٤٠٨	مَدَى حَرَرَةٍ - مَقَائِيصُ ~ ~ (الْمَرْمُوسَاتُ)
٤١٧	الْمَعَادِلَاتُهَا وَمُتَشَبِّهَاتُهَا الرَّبِيعِيَّةُ	٤١٨	الْمَرْجَمُ (الْمَرْجَمُ الْبَرَكِيَّةُ) الْكُبْرَى
٤١٠	الْمَقَاوِمَاتُ الْكَهْرِبِيَّةُ	٤١٧	زَمْرُ خَرَائِظِ الْفَقْسِ وَقُرَاتُهَا
٤٠٨	مَقْيَاسُ - مَقَائِيصُ دَوَاجِبِ الْحَرَارَةِ	٤٠٤	الشَّوَابِقُ وَالْمَوَاقِفُ (الْكِيمِيَاةُ)
٤١٥	- ~ مُوَهَّجٌ لِلْمَقَالَةِ	٤١٨	الْمَقَالَةُ
٤١١	مُورُوسُ - شَعْرَةٌ ~	٤١٥	الْمَقَالَةُ - ~ الشَّامَةِ
٤٢٠	الْمَوَاقِفُ (الْمَرْهَرَةُ وَالْمَرْهَرَةُ)	٤١٥	دَوْرَةُ ~
٤١٨	الْمَوْجُمُ الْأَشَدُّ تَصَوُّعًا	٤١٥	الْمَقَالَةُ - بِمَقْيَاسِ مُوَهَّجٍ ~
٤٢٤	الْمَوْجُمُ الشَّامِي الْعَالَمِي	٤١٢	الْمَقَالَةُ وَالْمَقَالَةُ (كَمَوْجُمَةٍ مُوَجَّهَةٍ)
٤٢٥	مَجْرَةُ الْحَيَوَانَاتِ - مَسَائِكُهَا وَمَقَالُهَا	٤١٢	الْمَقَالَةُ الْمَوْجُمَةُ (بِـ ~ وَ ~)
		٤٠٨	مَقَالَةُ - الْإِسْهَاقُ عَدَمُ الْيَوْمِ لِمَعْرِفَةِ





# المادة

## الجدول الدوري للعناصر

لقد رُتبت العناصر الكيميائية في هذا الجدول ترتيباً تصاعدياً تبعاً لأعدادها الذرية، كما هي الحال في الجدول الدوري التقليدي والكتلة الذرية النسبية المعتمدة. يُعصر هي يُسطر الأكثر شيوعاً، أو الطيف الأكثر استغناءً في حال

العناصر المشعة. وحيث نغيب المعطيات بالعصر، فهو قصير العمر جداً والكميات التي خُصرت منه ضئيلة جداً يتعدّد تحديد خواصه أنظر ص ٢٢، ٢٤، ٣١، ٣٢.

الوصف الطبيعي	تاريخ الاكتشاف	الكتلة	نقطة الغليان °س	نقطة الانصهار °س	الكتلة الذرية النسبية	الرمز	العنصر	العدد الذري
غاز عديم اللون	١٧٦٦	١	٢٥٣-	٢٥٩	١	هـ	الهيدروجين	١
غاز عديم اللون	٩٥/١٨٦٨	٠	٢٦٩	٢٧٢	٢	هـ	الهيليوم	٢
فلز أبيض فضي	١٨١٧	١	١٣١٧	١٧٩	٧	نـ	النيتروجين	٣
فلز رمادي	١٧٩٨	٢	٢٤٨٧	١٢٨٣	٩	بي	البريليوم	٤
مسحوق شبيهاً بالزئبق	١٨٠٨	٢	٢٥٥	٢٢٠٠	١١	بـ	البورون	٥
		٢.٢			١٢	كـ	الكربون	٦
جامد أسود	قديم		٣٩	٢٥٠٠			~ العرافيت	
جامد عديم اللون	قديم		٤٨٢٧	٢٥٠٠			~ الماس	
غاز عديم اللون	١٨٨٥	٥.٣	١٩٦	٢١٠٠	١٤	ر	النتروجين	٧
غاز عديم اللون	١٧٧٢	٢	١٨٣	٢١٩	١٦	أ	الأوكسجين	٨
غاز أصفر شاحب يذوب	١٨٨٦	١	١٨٨٠	٢٢	١٩	فل	الفلور	٩
غاز عديم اللون	١٨٩٨		٢٤٦	٢١٩	٢	سي	النيون	١٠
فلز أبيض فضي	١٨٠٧	١	٨٩	٩٨	٢٣	حر	المغنيسيوم	١١
فلز أبيض فضي	١٨٠٨	٢	١١٥	٦٥	٢٤	مـ	المغنسيوم	١٢
فلز أبيض فضي	١٨٢٥	٢	٢١٦٧	٦٦	٢٧	لم	الألمنيوم	١٣
جامد رمادي داكن	١٨٢٤	٤	٢٣٥٥	١٤٢٠	٢٨	سـ	السيلكون	١٤
	١٦٦٩	٥.٢			٣١	مو	الفوسفور	١٥
جامد شفاف	قديم	٦.٤.٢	٢٨	٤٤	٣٢	كب	~ لايبيري	
جامد أصفر			٤٤٥	١١٩			الكبريت	١٦
غاز أحمر شفاف	١٧٧٤	٧.٥.٣.١	٢٤	١١٠	٣٥	كل	~ لمغربي	
غاز عديم اللون	١٨٩٤	٠	١٨٦-	١٨٩-	٣٥	كل	الكلور	١٧
فلز أبيض فضي	١٨٠٧	١	٧٥٤	٦٤	٣٩	عـ	الارجون	١٨
فلز أبيض فضي	١٨٠٨	٢	١٤٨٧	٨٤٨	٤٠	كـ	الكالسيوم	١٩
فلز	١٨٧٩	٢	٢٨٣١	١٤٤١	٤٥	سـ	السكرانديوم	٢١
فلز فضي	١٧٩٥	٤.٣	٢٢٧٧	١٦٧٧	٤٨	ت	التيتانيوم	٢٢
فلز رمادي فضي	١٨٠١	٥.٤.٣.٢	٢٢٧٧	١٦١٧	٥١	صـ	الفاناديوم	٢٣
فلز فضي	١٧٩٧	٦.٣.٢	٢٦٤٢	١٩٠٢	٥٢	كـ	الكروم	٢٤
فلز أبيض شفاف	١٧٧٤	٧.٦.٤.٣.٢	٢٠٤١	١٢٤٤	٥٥	مـ	المنيوم	٢٥
فلز أبيض فضي	قديم	٣.٢	٢٨٨٧	١٥٢٩	٥٦	حـ	الحديد	٢٦
فلز أبيض شفاف	١٧٢٥	٣.٢	٢٨٧٧	١٤٩٥	٥٩	كو	الكوبلت	٢٧
فلز أبيض فضي	١٧٥١	٣.٢	٢٨٣٧	١٤٥٥	٥٨	ني	النكل	٢٨
فلز قهوي	قديم	٣.١	٢٥٨٢	١٠٨٢	٦٣	مـ	المحاس	٢٩
فلز أبيض مرقق	١٧٤٦	٢	٩٠٧	٤٢	٦٤	زـ	الزئبق	٨٠
فلز رمادي	١٨٧٥	٣.٢	٢٤٠٢	٢	٦٩	جـ	الجالنيوم	٣١
فلز أبيض رمادي	١٨٨٦	٤	٢٢٥٥	٩٣٧	٧٤	جر	الجرمانيوم	٣٢
جامد رمادي فولاذي	١٢٥	٥.٣	٦١٢	٨١٧	٧٥	ر	الراديوم	٣٣
جامد رمادي	١٨١٧	٦.٤.٢	٦٨٥	٢١٧	٨٠	سـ	السترونيوم	٣٤
سائل شبيهاً بالزئبق	١٨٢٦	٧.٥.٣.١	٥٩	٧-	٧٩	بر	البروم	٣٥
غاز عديم اللون	١٨٩٨		١٥٢	١٥٧	٨٤	كـ	الكريبتون	٣٦
فلز أبيض فضي	١٨٦١	١	٦٨٨	٣٩	٨٥	بيد	الروثينيوم	٣٧
فلز أبيض فضي	١٨٠٨	٢	١٣٨٤	٧٦٩	٨٨	سر	السترنتيوم	٣٨
فلز رمادي فولاذي	١٧٩٤	٢	٢٢٢٨	١٥٢٢	٨٩	يت	الايتريوم	٣٩
فلز رمادي فولاذي	١٧٨٩	٤	٤٢٧٧	١٨٥٢	٩٠	كـ	الزركونيوم	٤٠
فلز رمادي	١٨٠١	٥.٢	٤٧٤٢	٢٤٦٧	٩٢	نيب	النيوبيوم	٤١
فلز فضي	١٧٧٨	٦.٥.٤.٣.٢	٥٥٦٠	٢٦١٠	٩٨	مو	الموليبدينوم	٤٢
فلز رمادي فضي	١٩٢٧	٧.٦.٤.٣.٢	٤٨٧٧	٢١٧٢	٩٧	تـ	التكنيشيوم	٤٣
فلز أبيض مرقق	١٨٤٤	٨.٦.٤.٣	٣٩٠٠	٢٣١	١٠٢	ثـ	الثوريوم	٤٤
فلز أبيض مرقق	١٨٠٣	٤.٣	٢٧٢٧	١٩٦٦	١٠٣	مـ	البروتينيوم	٤٥
فلز أسود فضي	١٨٠٣	٤.٣	٢٩٧٠	١٥٥٤	١٠٦	لد	البلاديوم	٤٦
فلز أبيض مرقق	قديم	١	٢٢١٢	٩٦٢	١٠٧	هـ	الفضة	٤٧
فلز أبيض مرقق	١٨١٧	٢	٧٦٧	٣٣١	١١٤	كـ	الكادميوم	٤٨
فلز فضي مرقق	١٨٦٣	٣.١	٢٠٠	١٥٦	١١٥	مـ	الإنديوم	٤٩
فلز أبيض فضي	قديم	٤.٢	٢٢٧٠	٢٣٢	١٢	قـ	القصدير	٥٠
فلز فضي	قديم	٥.٣	١٢٨	٦٣١	١٢١	تـ	الانتيمون	٥١
جامد رمادي فضي	١٧٨٢	٦.٤.٢	٩٩	٤٥٠	١٢٣	تل	التلوريوم	٥٢
جامد أسود أرجواني	١٨١١	٧.٥.٣.١	١٨٤	١١٤	١٢٧	بي	البود	٥٣
غاز عديم اللون	١٨٩٨		١٧٠	١١٢-	١٢٢	مـ	الزئبق	٥٤



## حقائق ومعلومات . المادة

العدد الذري	العنصر	الزفر	الكتلة الذرية النسبية	نقطة الانصهار °س	نقطة الغليان °س	التكافؤ	تاريخ الاكتشاف	الوصف الطبيعي
٥٥	السترونشيوم	س	١٣٣	٢٩	٦٧١	١	١٨٦	فلز أبيض فضي
٥٦	الباريوم	ب	١٣٨	٧٢٥	١٦٤	٢	١٨٨	فلز أبيض فضي
٥٧	اللانثانوم	ل	١٣٩	٩٢١	٣٤٥٧	٣	١٨٣٩	فلزي
٥٨	الستيريوم	س	١٤٠	٧٩٩	٣٤٢٦	٤	١٨٤٣	جامد رمادي داكن
٥٩	البراسيوديميوم	پ	١٤١	٩٣١	٣٥١٢	٣	١٨٨٥	فلز رمادي فولادي
٦٠	النيوبديوم	ن	١٤٢	١٠٢١	٣٦٨	٣	١٨٨٥	فلز أبيض مصفر
٦١	البرومبيوم	ب	١٤٥	١١٦٨	٣٧	٣	١٩٤٧	فلزي
٦٢	الساماريوم	سم	١٥٢	١٠٧٧	١٧٩١	٣	١٨٧٩	فلز رمادي فاتح
٦٣	الغربيوم	غ	١٥٣	٨٢٢	١٥٩٧	٣	١٨٩٦	فلز رمادي فولادي
٦٤	الجانوليبيوم	ج	١٥٨	١٣١٣	٣٢٦٦	٣	١٨٨٨	فلز أبيض فضي
٦٥	الترينيم	ت	١٥٩	١٣٥٦	٣١٢٣	٣	١٨٤٣	فلز فضي
٦٦	الديسپروسيوم	د	١٦٤	١٤١٢	٣٥٦٢	٣	١٨٨٦	فلزي
٦٧	الهولميوم	ه	١٦٥	١٤٥٤	٣٦٩٥	٣	١٨٧٨	فلز فضي
٦٨	الإربيوم	ير	١٦٨	١٥٣٩	٣٨٦٣	٣	١٨٤٣	فلز فضي رمادي
٦٩	التولبيوم	تم	١٦٩	١٥٤٥	٣٩١٧	٣	١٨٧٩	فلزي
٧٠	اللانثانوم	ل	١٧٤	٨١٩	٣٩٩٤	٣	١٨٧٨	فلز فضي
٧١	النيوتشيوم	نو	١٧٥	١٦٦٣	٣٣٩٥	٣	١٩٠٧	فلزي
٧٢	الهفيوم	هف	١٨٠	٣٣٢٧	٤٦٠٢	٤	١٩٢٣	فلز رمادي فولادي
٧٣	التانتالم	ت	١٨١	٣٩٩٦	٥٤٢٧	٥	١٨٠٢	فلز فضي
٧٤	التنجستن	تس	١٨٤	٣٤١٠	٥٦٦٠	٥	١٧٨٣	فلز رمادي
٧٥	الزنتيوم	زم	١٨٧	٣١٨	٥٦٢٧	٥	١٩٣٥	فلز رمادي مضيء
٧٦	الأرنيوم	ار	١٩٢	٣١٨	٥٦٩٧	٥	١٨٠٤	فلز ابيض رمادي
٧٧	الإريديوم	ير	١٩٣	٣٤١	٤١٣	٥	١٨٠٤	فلز أبيض فضي
٧٨	البلاتين	ب	١٩٥	١٧٧٢	٣٨٢٧	٥	١٧٣٥	فلز أبيض مرقق
٧٩	الذهب	د	١٩٧	١٠٦٤	٣٠٨٠	١	قديم	فلز أصفر لامع
٨٠	الزئبق	زق	٢٠٠	٣٩	٣٥٧	٢	قديم	سائل فضي فضي
٨١	الثاليوم	تث	٢٠٥	٣٠٣	٣٤٥٧	٣	١٨٦١	فلز رمادي مرقق
٨٢	الرصاص	رصاص	٢٠٨	٣٢٨	٣٢٤٤	٢	قديم	فلز ابيض رمادي
٨٣	البزموت	بر	٢٠٩	٣٧١	٣٢٩	٣	١٤٠٤	فلز فضي مخضر
٨٤	البولونيوم	پ	٢٠٩	٣٥٤	٣٦٢	٣	١٨٩٨	فلزي
٨٥	الاستات	ست	٢١٠	٣	٣٧	٣	١٩٤٠	فلزي
٨٦	الرادون	ر	٢٢٢	٧١	٦٢	٢	١٩٠٠	غاز عديم اللون
٨٧	الفرانسيوم	فر	٢٢٣	٣٧	٦٧٧	١	١٩٢٩	فلزي
٨٨	الراديوم	راديوم	٢٢٦	٧	١٧٣٧	٢	١٨٩٨	فلز فضي
٨٩	الأكتيونيوم	كت	٢٢٧	١٠٥	٣٢٠	٣	١٨٩٩	فلزي
٩٠	الثوريوم	ث	٢٣٢	١٧٥	٤٧٨٧	٢	١٨٢٨	فلز رمادي
٩١	البروتكتينيوم	بكت	٢٣١	١٥٩٧	٤٠٧	٣	١٩١٧	فلز فضي
٩٢	اليورانيوم	يور	٢٣٨	١١٣٢	٣٨١٨	٢	١٧٨٩	فلز أبيض مرقق
٩٣	النيپتونيوم	نو	٢٣٧	٦٣٧	٤٠٩	٣	١٩٤١	فلز فضي
٩٤	البلاطونيوم	ب	٢٤٤	٦٤	٣٣٣	٣	١٩٤١	فلز فضي
٩٥	الأمريشيوم	ام	٢٤٣	٩٩٤	٣٦٠	٣	١٩٤٤	فلز أبيض فضي
٩٦	الكوريوم	كم	٢٤٧	١٣٤٠	٣١٩	٣	١٩٤٤	فلز فضي
٩٧	البركليريوم	ب	٢٤٧	١٠٥٠	٧١	٣	١٩٤٩	فلز فضي
٩٨	الكاليفورنيوم	كف	٢٥١	٩٠	١٤٧	٣	١٩٥٠	فلز فضي
٩٩	اللايفمشتينيوم	ل	٢٥٤	٨٦٠	٩٩٦	٣	١٩٥٢	فلز فضي
١٠٠	الميريوم	م	٢٥٧			٣	١٩٥٢	فلزي
١٠١	الدوبليوم	د	٢٥٨			٣	١٩٥٥	فلزي
١٠٢	النيوبليوم	ن	٢٥٥			٣	١٩٥٨	فلزي
١٠٣	النيهرنيوم	نر	٢٥٦			٣	١٩٦١	فلزي
١٠٤	الفلوئويوم	فلو	٢٦٠			٣	١٩٦٩	فلزي
١٠٥	الليثينيوم	ل	٢٦٢			٣	١٩٧٠	فلزي
١٠٦	الهايفينيوم	ه	٢٦٢			٣	١٩٧٤	فلزي
١٠٧	النيبيشيوم	ن	٢٦٢			٣	١٩٧٦	فلزي
١٠٨	النيوبليوم	ن	٢٦٥			٣	١٩٨٤	فلزي
١٠٩	النيكينيوم	ن	٢٦٦			٣	١٩٨٢	فلزي

### اضمحلال المادة

تضمحل لعناصر المشعة بمعدلات سرعته مختلفة وتنتج العناصر المختلفة أنواعاً مختلفة من الإشعاع عند اضمحلالها تشمل جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما ويُدعى الزمن اللازم لاضمحلال نصف الكمية الأصلية للعنصر عمر النصف

اليورانيوم ٢٣٨ ٤٥٠٠ مليون سنة	البليوتونيوم ٢٣٩ ٢٤٤٠٠ سنة	الكروميوم ٥٠ ٥٧ سنة	الرانسيوم ٢٢٦ ١٦ سنة	السترونشيوم ٩٠ ٢٨ سنة	الهيدروجين ٣ ١٢,٣ سنة
الكوبالت ٦٠ ٥,٣ سنة	الفسفور ٣٣ ١٤,٣ يوم	اليود ١٣١ ٨,١ يوم	الرادون ٢٢٢ ٤ أيام	الرصاص ٢١٠ ٢٧ دقيقة	النيبشيوم ١٠٠ ٣٢ ثانية



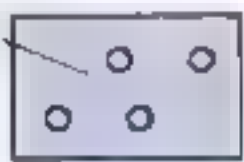
قوانين الغازات تحكم سلوك  
الغاز إذا تغيرت ظروفه - من  
حيث درجة حرارته  
(المطلقة) (د) أو ضغطه  
(ض) أو حجمه (ح) - في  
المعادلات أدناه، الرمز  
(ث) يمثل كمية ثابتة.



## جُرَيْمَاتُ الْعَارِ

غاز الأمونيا غاز كلوريد الهيدروجين

وَأَخَذْنَا مِنْ  
ثَمَرِ أَيْكُنْ  
الْكُرْبُورِ



الكريمون

قانون جي لوڻاڪ

$$\boxed{\begin{array}{l} 2 \text{ ك (2) } \\ 400 \text{ سم} \end{array}} \leftarrow \boxed{\begin{array}{l} 2 \text{ ك (2) } \\ 200 \text{ سم} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} 2 \text{ ك (2) } \\ 200 \text{ سم} \end{array}}$$

2000

## فون شارل

جسم الغاز يتناسب طردياً مع  
درجة الحرارة المطلقة، في حال  
ثبات الضغط (أي يتمدد الغاز  
ارتفاع درجة الحرارة):  $\frac{V}{T} = \text{ث.}$

## قانون المضبوط

صعْطُ الغار يتناسب طردياً مع  
درجة الحرارة المطلقة، مشبوت  
الحجم (أي يردادُ صِعْطُ الغار  
بارتفاع درجة الحرارة):  $\frac{P}{T} = \text{ث.}$

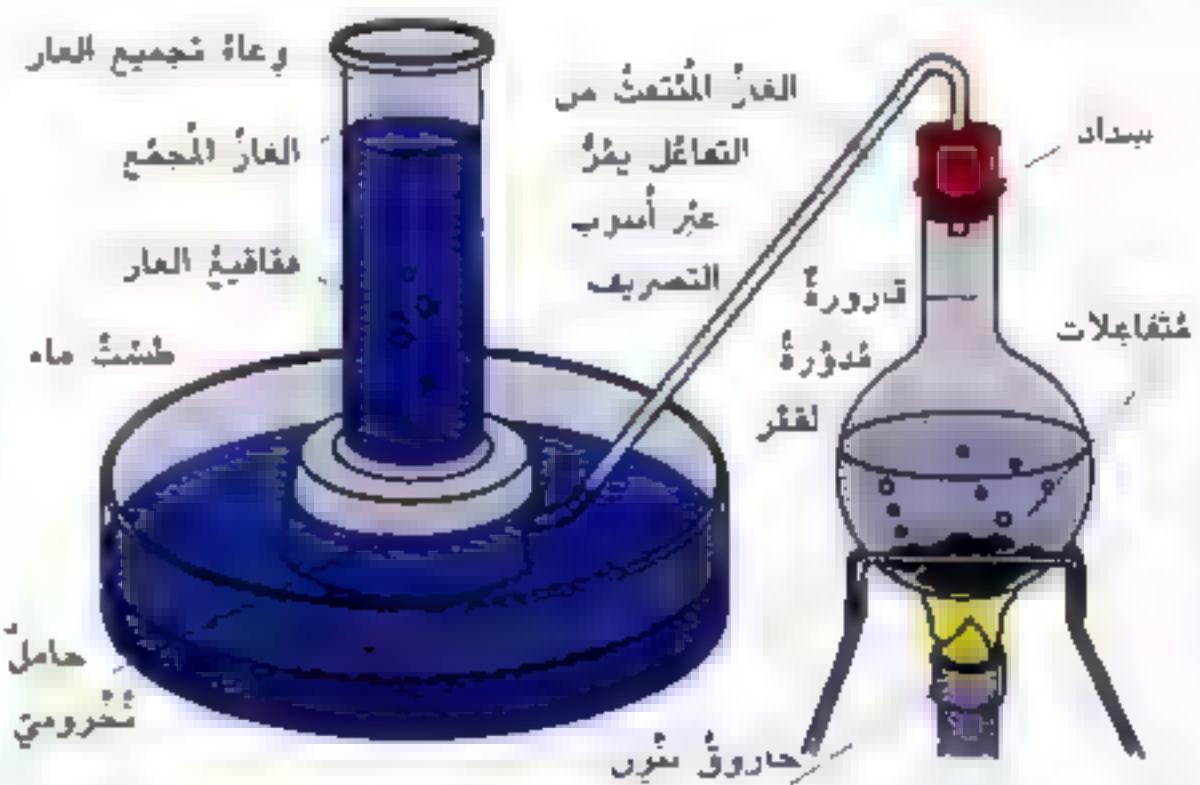
**قانون جوئیل**

صَفْطُ العَارِ يَتَنَاسَبُ عَكْسِيًّا مَعَ  
خَفْطِهِ، لِـ هَآلِ ثُبُوتِ دَرَجَةِ  
الْحَرَارَةِ (أَيِ يَقِلُّ الْحَفْطُ بِازْدِيَادِ  
الضَفْطِ): ض ح = ث.

## قانونُ المغَارِ المِثَالِي

قانون الغاز المثالي يجمع قانوني بويل وشارل وقانون الضغط في معادلة واحدة وتُعطى كافة هذه القوانين على وجه أمثل على الغازات ذات الجزيئات الصغيرة الفسيحة المتباعدة - وهي الغازات التي يُقال فيها أنها تتحرك مثل الغاز المثالي (ثابت الغاز  $R$  هو نفسه لكل الغازات).

من الفسيفساء تجميع الغاز الناتج عن تفاعل كيميائي، لكن الجهاز المصنوع يُسمى ذلك.



المتفاعلات في تحفيز ثاني أكسيد الكربون، مثلاً، يمكن أن تكون نواة الزحام (كربونات الكالسيوم) وحامض الهيدروكلوريك الخفيف.

## ثاني أكسيد الكربون

<p>الأكسجين</p> <p>إد اذخبت شطبة موهحه (محتوية) في عبي صمرو من عار ما فاشعلت الشطبة محددة، فهد يثبت أن الأكسجين هو عار</p>	<p>الهيدروجين</p> <p>اد قربت شطبة مشبعة من عنبه صمرو من عار ما توهج العار مشعلا بمرصه، فهد يثبت أن العار هو عار الهيدروجين</p>	<p>غازي أكسيد الكربون</p> <p>إدا أمرزت فدايق غازي ماء الجير الصافي (محول هيدروكسيد الكالسيوم)، وازنه (تعاكر) ماء الجير وهد يثبت أن انغاز هو غازي أكسيد الكربون</p>
--	--	--



اسم المركب الكيميائي يدلُّنا على العناصر التي يتألف منها ذلك المركب. ويُمكنا الحصول على هذه المعلومات بالنظر إلى لوائح الاسم الكيميائي أو تناوبه

المُرُكَّبُ ينتهي بـ	الوصف	أمثلة
يد -	يحتوي فقط العنصرين المذكورين في الاسم.	كبريتيد الحديد (ح ك)
يت	يحتوي الأكسجين بالإضافة إلى العنصرين المذكورين في الاسم.	كبريتات الحديد (ح ك ب ا)
- ات	يحتوي أكسجيناً أكثر مما هو مُتواجد في - يت بالإضافة إلى العنصرين المذكورين في الاسم	كبريتات الحديد (ح ك ب ا)

المساقعة (أو البادئة)	عدد السمات في البادئة	أمثلة
أول	١	أول أكسيد الكربون (ك أ)
ثاني	٢	أكسيد ثنائي النتروجين (أكسيد النترون) ن <sub>2</sub> أ ثاني أكسيد النتروجين (ن أ ب)
ثالث	٣	ثالث كلوريد البورون (ب كل ن)



## سلسلة التفاعلية

السلسلة التالية تُدرّج بين تفاعلية (وفاعلية) العنصرات المختلفة والعنصرات في أعلى السلسلة هي الأكثر تفاعلية، ولأقل تفاعلية هي في أسفلها

التفاعل مع حامض مُخفّف	التفاعل مع الماء	التفاعل عند الإحماء في الهواء	العنصر
تفاعل عنيف يُنتج غاز الهيدروجين ومحلولاً ملحياً	تفاعل مع الماء المار لإنتاج غاز الهيدروجين ومحلول هيدروكسيد قلوي ثقيل شدة التفاعل تزداد نحو أسفل السلسلة.	احتراق شديد يُنتج الأكاسيد	K البوتاسيوم «بو»
			Na الصوديوم «ص»
			Ca الكالسيوم «كا»
			Mg المغنسيوم «مغ»
			Al الألومنيوم «لم»
			Zn الزنك «ح»
			Fe الحديد «ح»
			Pb الرصاص «صا»
			Cu النحاس «نح»
			Ag الفضة «فا»
			Au الذهب «دا»
لا تفاعل	لا تفاعل	تفاعل مطرد يُشكّل طبقة أكسيدية سطحية	

قدرة متزايدة على الإرجاع.

تفاعلية متزايدة

## أجهزة مختبرية (أو مخبرية)

هذه بعض أكثر الأجهزة استخداماً في المختبرات قامطة تُثبت القامطة الأدب فوق الحامل

فنج الفضل بعزل سائل لا مروجير فاسائل الأكس يستقر في القعر، ويمكن استمراعه أولاً

حامل يُثبت الحامل الأجهزة في مكانها

قارورة مُسطحة القعر: تُستخدم في تفاعلات لسوائل عندما لا يكون هناك حاجة للتسخين

أنبوب إخلاء أسود من الإرجاع الشبك الصاعد للحرارة، يُستخدم في الإحماء الشديد للمواد والسوائل

جفّة تجميع تُستخدم لاحتواء المحاليل المراد تسخينها بملقط لطرد الشد

أنبوب اختبار يُستخدم في التفاعلات الكيميائية البسيطة وقد لا يكون ملائماً للإحماء الشديد

قارورة حجمية تُستخدم في تحضير محلول دقيق التركيز جداً والسداد يمكن من مزج المحاليل جيداً

مخبار قياسي مدرّج: يُستخدم في القياس التفريبي لحجم السائل

قورق: تُستخدم كنكاس لاحتواء السوائل

سحاحة: تُستخدم لإضافة محلول إلى آخر، كما تُسجل كمية المحلول المُستخدم بدقة

ماسة مدرّجة: تُستخدم لقياس رُجاجة مراقبة: تُستخدم لاحتواء وتمشيط الحوامد، وفي سحير كميات قليل من السوائل

قارورة مخروطية: تُستخدم في إجراء التفاعلات وهي، بخلاف القورق، يمكن سدها بيد أو قفازة: تُستخدم في إضافة كميات قليلة، غير بالغة الدقة، من محلول إلى آخر



## المواد

### استعمالات الإيثين

يُستَحصَرُ الإيثين خلال عمليات تكرير النفط أو تربت الحام، بطريقة التكسير وتخري هذه العملية في وحدات كيميائية ضخمة، حيث تعمل الحرارة على تكسير مريع من الهيدروكربونات يُعرف بالناثا. وتُستَخدمُ المُنتَجاتُ الثابثة وقداً أو كمواد أولية مهمة في عمليات كيميائية أخرى. وتُستَخدمُ الإيثين مُستَعمَلاً لإصباح الثمار صناعياً، لكن عندما يتفاعل مع الكيماويات، كما أدناه، فإنه يُنتِج مواد حديدتها منها الاستعمالات في المجالات الصناعية.

#### بوليثين (مُتَكرَّرُ الإيثين)

يُستَخدمُ في التغليف والتوصيب (كلاعبة الدائرية اللاصقة والأكياس والقناني)، والأدوات المقلوبة (كأدلاء والدوايق والأواني المطبخية)؛ وغيرها (كالمواسير والكؤول العارلة والملابس والأفلام الفوتوغرافية).

#### إيثانول

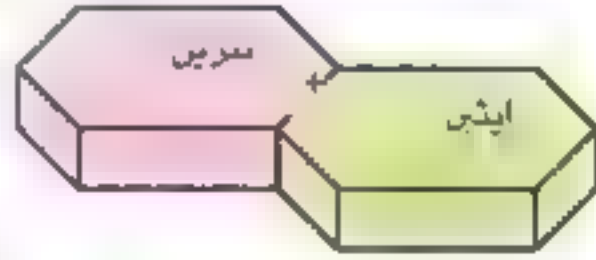
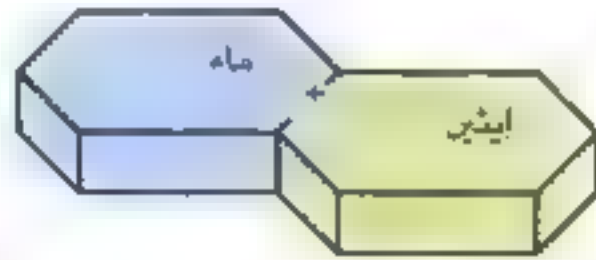
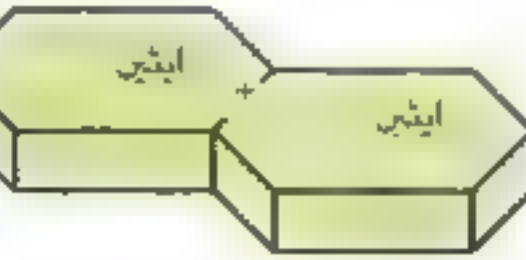
يُستَخدمُ في تحضير سُطُل الحلافة والفُطُور ومُستَحصَرات التجميل والكؤول المُفَتِّل ومُصبَّات الدهان والزائتات وأبواب الصابون والأصباغ وغيرها (كالدائن والعقاقير - كخُدرات النسيج، والأسجة).

#### بوليتيرين

يُستَخدمُ في صُنع بلاط السُقوق وعوازل الجُدران المُقَوَّه والطاسات والأكواب ومواد التغليف (كما في أوعية النُفث) والنُتُلون (للملابس والشجاي وأوتار خُصَّاص النُفث وشبكات صيد السمك)؛ وغيرها (كدياليب السُتارات والدهانات اللُثْمِيَّة والأقراص الحاسوبية والألعاب).

#### كلوريد البوليفينيل

يُستَخدمُ كمادة عازلة وكُتْطَليَّة واقية (للمواسير الغاز والماء وخراطيم المياه والكؤول العارلة وتركيبات السُقوق وأُفُف النوافذ وبلاط الأرضيات)؛ وكذلك لصُنع رُزْق الجُدران والسُتائر والمُشْخَعات والملابس الواقية والحفاظات اليدوية والألعاب والأسطوانات وشرايط التسجيل، والكيماويات (كخُدرات المُطهرة وغُربلات السُطْم) والمُزْرات وغيرها.



### كربونات الصوديوم

كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (ص ٢، ل ١) مُركَّب كيميائي صناعي مهم يُحصَرُ من حجر الجير ومُبع الطعام. وتُستَخدمُ أساساً في صُنع الرُحاح بالإحما مع حجر الجير والرُمل، والرُجَّاج زُهيد تكاليف الإنتاج لأن مادة الأولية مُتوافرة بكثرة.

يُستَخدمُ رماد الصُودا

(كربونات الصوديوم)

(اللامائية) بصورة رئيسية في

صُنع الرُحاح والكيماويات

والمُطَعات وتُستَخدمُ كمُبات

أقل منه في صُنع مواد أخرى

كيماويات

٢٥

مُطَعات

١٥

مواد أخرى

١٠

رُجَّاج

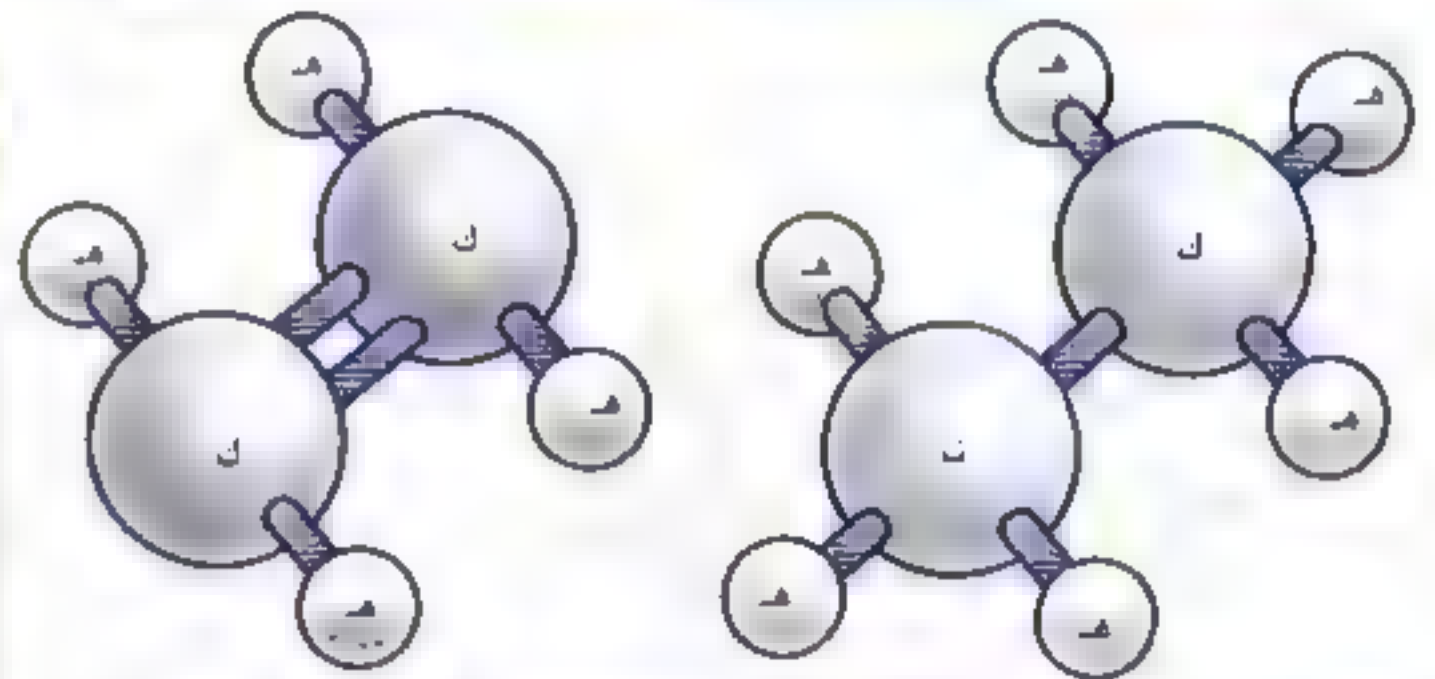
٥٠

### الألكانات والألكينات

الألكانات والألكينات مُركَّبات كيميائية هيدروكربونية تتألف من عُضُرات فقط هما الهيدروجين والكربون. ومع أن ذرات هذين العُضُرات مُرتَّبة بالنسق نفسه في كلا نوعي المُركَّبات، فإن الترابُط بين ذرات الكربون أحادي في الألكانات وثاني في الألكينات. وهذا الفرق يعني أن الألكينات تتفاعل مع المواد الأخرى أكثر من الألكانات (أنظر استخدامات الإيثين إلى اليسار). وتُستَخدمُ الألكانات كوقود بصورة رئيسية وتُصنِّعُ حصصُ الألكانات والألكينات بِناءً لعدد ذرات الكربون التي تحتويها.

#### الألكانات

عدد ذرات الكربون في السلسلة	اسم المُركَّب	الحالة الطبيعية على ٢٢°س	الصيغة الجزيئية
١	الميثان	غاز	$\text{CH}_4$
٢	الإيثان	غاز	$\text{C}_2\text{H}_6$
٣	البروبان	غاز	$\text{C}_3\text{H}_8$
٤	البنتان	غاز	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
٥	البنتان	سائل	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
٦	الهكسان	سائل	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
٧	الهبتان	سائل	$\text{C}_7\text{H}_{16}$
٨	الأوكتان	سائل	$\text{C}_8\text{H}_{18}$
٩	النونان	سائل	$\text{C}_9\text{H}_{20}$
١٠	الديكان	سائل	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$



الإيثين مُركَّب كيميائي يحتوي على ذرتي الكربون

أحادية بِناءً على ذرتي الكربون

#### الألكينات

عدد ذرات الكربون في السلسلة	اسم المُركَّب	الحالة الطبيعية على ٢٢°س	الصيغة الجزيئية
٢	الإيثين	غاز	$\text{C}_2\text{H}_4$
٣	البروبين	غاز	$\text{C}_3\text{H}_6$
٤	البوتين	غاز	$\text{C}_4\text{H}_8$
٥	البنتين	سائل	$\text{C}_5\text{H}_{10}$
٦	الهكسين	سائل	$\text{C}_6\text{H}_{12}$
٧	الهبتين	سائل	$\text{C}_7\text{H}_{14}$
٨	الأوكتين	سائل	$\text{C}_8\text{H}_{16}$
٩	النونين	سائل	$\text{C}_9\text{H}_{18}$
١٠	الديكين	سائل	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}$



## توزع المواد الأولية في العالم



## المنتجون الرئيسيون للمواد الأولية

المادة	المنتجون الرئيسيون	التصنيف العالمي
البوكسيت (أكسيد الألومنيوم)	أستراليا ٢٧.١ مليون طن إندونيسيا ١٦.٥ مليون طن	١٠٦٤ مليون طن
الفحم الحجري	الصين ١٠٥١ مليون طن الولايات المتحدة ٨٨٩ مليون طن	٥٨٨٧ مليون طن
النحاس	تشيلي ١.٦ مليون طن الولايات المتحدة ١.٥ مليون طن	٩.٢ مليون طن
الغاز الطبيعي	كويتولوث الدول المستقلة* ٧٩٦.٠٠٠ مليون م <sup>٣</sup> الولايات المتحدة ٤٨٨.٧١٩ مليون م <sup>٣</sup>	٢١٠٠.٠٠٠ مليون م <sup>٣</sup>
خام الحديد	كويتولوث الدول المستقلة* ٢٤١ مليون طن الصين ١٦٥ مليون طن	٩٨٤ مليون طن
كاولين (طقل)	كويتولوث الدول المستقلة* مليون طن الجمهورية الكورية ١.٣ مليون طن	٢٣.١ مليون طن
النفط	كويتولوث الدول المستقلة* ٦٠.٧ مليون طن الولايات المتحدة ٣٧٢ مليون طن المملكة العربية السعودية ٢٥٧ مليون طن	٢٩٨٧ مليون طن
ولع الطعام	الولايات المتحدة ٣٥.٥ مليون طن الصين ٢٨.٣ مليون طن	١٨٩ مليون طن
الكبريت	الولايات المتحدة ١١.٦ مليون طن الصين ٧.٤ مليون طن	٦٠.٣ مليون طن
الحشب	الولايات المتحدة ١١.٩ مليون م <sup>٣</sup> كويتولوث الدول المستقلة* ٨٦٣ مليون م <sup>٣</sup>	٧١٤٧ مليون م <sup>٣</sup>

\* إتحاد الجمهوريات  
الشوفياتية الاشتراكية سابق

## استخدامات المواد الأولية

المواد الأولية	الاستخدامات
البوكسيت (أكسيد الألومنيوم)	أهم مصدر للألمنيوم - الذي يستخدم في صناعة الطائرات ورفائق التغليف والسيارات والذهابات والأواني لمطبخية.
الفحم الحجري	يتألف الفحم الحجري بصورة رئيسية من الكربون، ويستخدم وقوداً لتدئة المخابر وتوليد الكهرباء.
النحاس	يستخدم النحاس في صنع الأسلاك والكوابل الموصلة للكهرباء، وفي تصنيع سبائك من السبائك كالنحاس الأصفر.
الغاز الطبيعي	يستخدم الغاز الطبيعي في صنع الأمونيا، وفي المازل يستخدم وقوداً للتدفئة والطبخ.
خام الحديد	يستخدم الحديد في تصنيع قطع سيارات السيارات والمفاتيح وفي صنع الفولاذ والفولاذ أقوى من الحديد وأخذ المواد الرئيسية في بناء الجسور والمباني الشاهقة.
كاولين (طقل)	يستخدم الكاولين في صنع الطوب والإسمنت لبنة اسار، والجرمات لصنع الفخار.
النفط	يستخدم النفط وقوداً لمركبات الطائرات والسيارات والمصانع، وفي صنع اللدائن.
ولع الطعام	يستخدم الملح تالياً للطعام، وفي صنع هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) وكربونات الصوديوم.
الكبريت	يستخدم الكبريت في تحضير حامض الكبريتيك، الذي يستخدم في تصنيع الدهانات ولصقات واللدائن والانياف.
الحشب	يستخدم الحشب في بناء المنازل وصنع الجدران (ح. جائر) والأبواب والأثاث، وهو أيضاً المادة الأولية لصنع الورق.



## القوى والطاقة

سلسيوس	فهرنهايت	كلفن
١٠٠	٢١٢	٣٧٣
٩٠	١٩٤	٣٦٣
٨٠	١٧٦	٣٥٣
٧٠	١٥٨	٣٤٣
٦٠	١٤٠	٣٣٣
٥٠	١٢٢	٣٢٣
٤٠	١٠٤	٣١٣
٣٠	٨٦	٣٠٣
٢٠	٦٨	٢٩٣
١٠	٥٠	٢٨٣
٠	٣٢	٢٧٣
-١٠	١٤	٢٦٣
-٢٠	-٤	٢٥٣

### مقاييس درجات الحرارة (الترموترات)

تقاس درجات الحرارة بالترموتر (ميزان الحرارة) الذي يقيس درجة حُمُو أو برودة الأجسام أو الأشخاص وكلما ارتفعت قراءة المقياس كان حُمُو الجسم أكثر إذا كانت درجة حرارة جسم ما دون درجة الضمير على مقياس سلسيوس (وهي نقطة تجمد الماء) فنقرأ كرقم سلسي

درجة حرارة مركز الشمس ١٤ مليون °س	
يعلي الماء على درجة ١٠٠°س (في ضغط عياري)	
درجة الحرارة القصوى التي يتحملها جسم الإنسان العاري ٧٤°س	
درجة حرارة جسم الإنسان العادية ٣٧°س	
درجة الحرارة الدنيا التي يتحملها جسم الإنسان العاري ١٠°س	
درجة تجمد الماء صفر (٠°س)	

### معادلات القوة والطاقة

نستخدم المعادلات التالية عادة في الفيزياء. إن بعض الوحدات المستخدمة في حساب هذه المعادلات وارد في جداول وحدات القياس الجتري والإمبراطوري في الصفحة المقابلة.

المسافة المقطوعة (م)	الزمن (ث)	معدل السرعة (م/ث)
الكتلة (كغ) × التسارع (م/ث <sup>٢</sup> )		القوة (كغ م/ث <sup>٢</sup> أو ن)
تغير السرعة (م/ث)	الزمن (ث)	التسارع (م/ث <sup>٢</sup> )
الكتلة (كغ) × السرعة (م/ث)		كمية التحرك (كغ م/ث)
القوة (ن) × الزمن (ث)		الدفع (ن ث)
القوة (ن) × المسافة المقطوعة (م)		الشغل (ن م أو جول)
الشغل المبذول (ن م) أو تغير الطاقة (جول)	الزمن (ث)	معدل القدرة (جول/ث أو واط)
الشغل الناتج (ن م) × ١٠٠%	الشغل المبذول (ن م)	الكفاءة (%)
القوة (ن)	المساحة (م <sup>٢</sup> )	الضغط (ن/م <sup>٢</sup> )
الكتلة (كغ)	الحجم (م <sup>٣</sup> )	الكثافة (كغ/م <sup>٣</sup> )

مفتاح الرموز: جول - كغ، كيلوغرام، م - متر، - نيوتن، ث - ثانية، واط - واط.

### خط يلُمسول

تظلم الشمس لأن مُعدّل كثافتها أقل من كثافة الماء وتظلم عادة على جانب هيكلي السمة علامة تُدعى خط يلُمسول يُبين الحُمولة المأمونة الفضوى. فإن عطلت السفينة إلى ما فوقه تكون مُقرطة الحُمولة

علامات يلُمسول حسب

تشيير الأحرف على خط (أو) سجل لوي

خطوط) يلُمسول إلى

مستويات الحُمولة المأمونة

للسفينة، في المباحات

والبحار

المختلفة.

مياه عذب مداري TF

مياه ملح مداري T

مياه ملح صيفي S

مياه ملح شتاء W

مياه الاطلسي الشمالي

WNA

### الولايات المتحدة

٢٤ مليون



### الاستهلاك الطاقي اليومي

للأفراد بالكيلوجول

المملكة المتحدة

١٧,٥ مليون



أستراليا

١٦,٥ مليون



### معدل الاستهلاك الطاقي

#### اليومي للفرد

يُبين المُحطّظ التالي مدى اختلاف استهلاك الشخص لبطاقة يوميًا من بلد إلى آخر الأرقام المُعطاة تشمل مُحتمل مصادر الطاقة - كالطعام والكهرباء والغاز والبترول مُحتمل مُستغاته.

الصين	٢,٥ مليون
الهند	٠,٦ مليون
السلي	١ مليون



## وَحَدَاتُ الْقِيَاسِ (فِي النِّظَامَيْنِ الْمِثْرِيِّ وَالْإِمْبَرَاتُورِيِّ)

وَحَدَاتُ الْقِيَاسِ

الوحدات المِثْرِيَّة	الوحدات الإمبراطوريَّة	ما يُعَادِلُهَا
الطول	الطول	ما يُعَادِلُهَا
سنتيمتر (سم)	قدم	١ سنتيمتر (سم)
متر (م)	ياردة (يا)	١ سنتيمتر
كيلومتر (كم)	ميل	١ متر
المساحة	المساحة	
سنتيمتر مُرَبَّع (سم <sup>٢</sup> )	قدم مُرَبَّع (قدم <sup>٢</sup> )	١ سنتيمتر مُرَبَّع (سم <sup>٢</sup> )
متر مُرَبَّع (م <sup>٢</sup> )	ياردة مُرَبَّع (يا <sup>٢</sup> )	١ سنتيمتر مُرَبَّع
هكتار	فدان	١ متر مُرَبَّع
كيلومتر مُرَبَّع	ميل مُرَبَّع	مليون متر مُرَبَّع
الحجم	الحجم	
سنتيمتر مكعب (سم <sup>٣</sup> )	بانش	سنتيمتر (مل)
لتر (ل)	كوارت	١ ملية
متر مكعب (م <sup>٣</sup> )	عالون	١ لتر
الكثافة	الكثافة	
كيلوغرام (كجم)	باوند	١ جرام (غ)
طن (طن)	طن	١ كيلوغرام

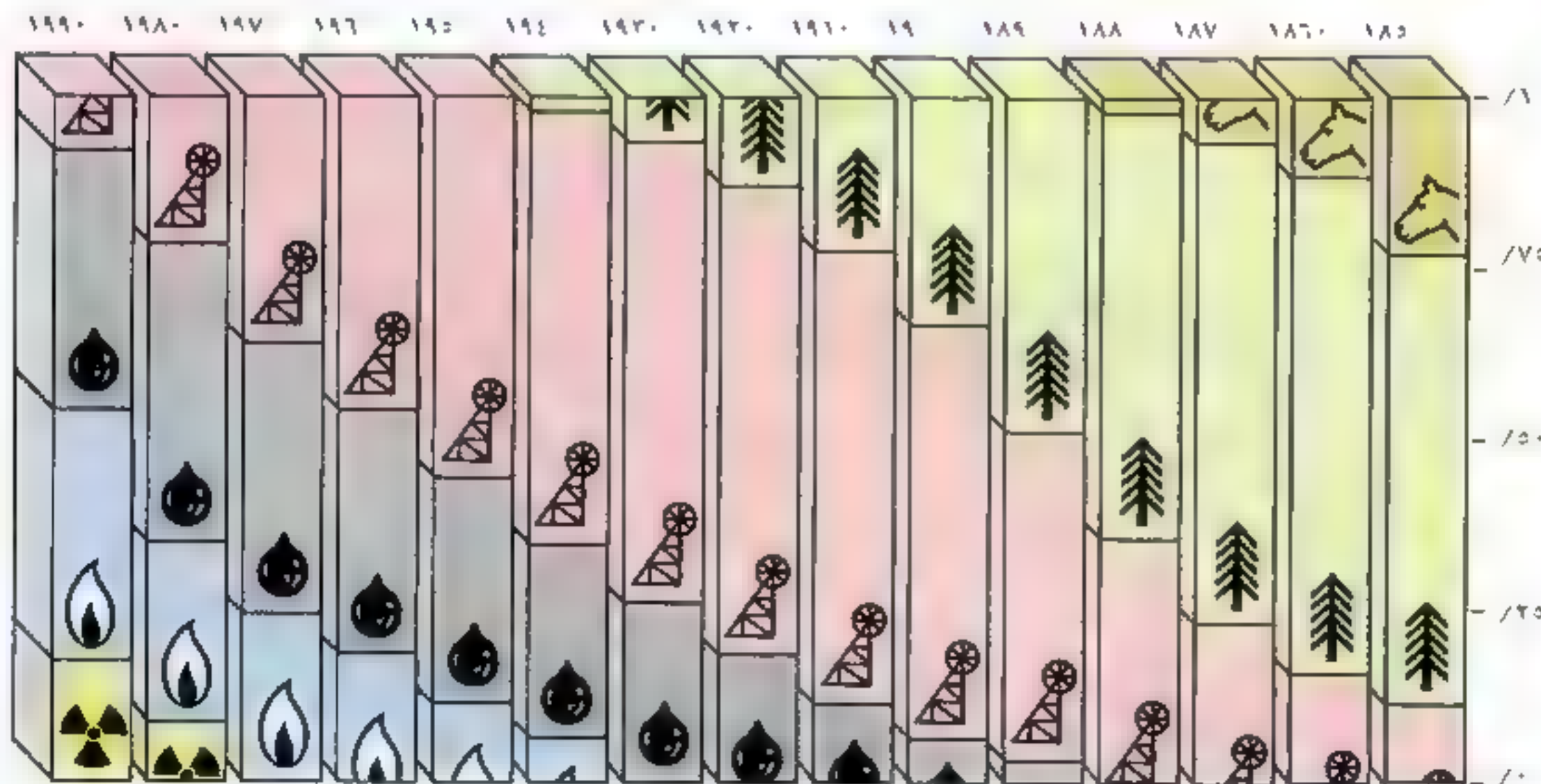
التحويل من وحدات إمبراطوريَّة إلى مِثْرِيَّة

التحويل من وحدات مِثْرِيَّة إلى إمبراطوريَّة

إلخرب في	إلى	للتحويل من	إلخرب في	إلى	للتحويل من
الطول	إلخرب في	الطول	الطول	إلخرب في	الطول
إلخرب في	إلخرب في	إلخرب في	إلخرب في	إلخرب في	إلخرب في
٢.٥٤	إلخرب في	إلخرب في	٠.٣٩	إلخرب في	إلخرب في
٠.٣٠	إلخرب في	إلخرب في	٢.٧٨	إلخرب في	إلخرب في
١.٦٦	إلخرب في	إلخرب في	٠.٦٢	إلخرب في	إلخرب في
٦.٤٥	إلخرب في	إلخرب في	٠.١٦	إلخرب في	إلخرب في
٠.٩	إلخرب في	إلخرب في	١٠.٧٦	إلخرب في	إلخرب في
٠.١٠	إلخرب في	إلخرب في	٢.٤٧	إلخرب في	إلخرب في
٢.٥٩	إلخرب في	إلخرب في	٠.٣٩	إلخرب في	إلخرب في
١٦.٣٩	إلخرب في	إلخرب في	٠.٦١	إلخرب في	إلخرب في
٠.٥٧	إلخرب في	إلخرب في	١.٧٦	إلخرب في	إلخرب في
١.٥٥	إلخرب في	إلخرب في	٠.٢٢	إلخرب في	إلخرب في
٢٨.٣٥	إلخرب في	إلخرب في	٠.٤	إلخرب في	إلخرب في
١٥	إلخرب في	إلخرب في	٢.٢٠	إلخرب في	إلخرب في
١.٢	إلخرب في	إلخرب في	٠.٩٨	إلخرب في	إلخرب في

## الْمَوَارِدُ الطَّاقِيَّةُ الْمُتَغَيِّرَةُ

يُبيِّنُ الْمُحِطَّظُ التَّالِي تَعْيِراتِ مَوَارِدِ  
طَّاقَةِ فِي الْعَالَمِ مُنْذُ الْعَامِ  
١٨٥٠. وَيَتَّبِعُ بِالرَّجُوعِ إِلَى  
مَنْحِ الرَّمُوزِ أَتْنَاهُ أَنَّ مَوَارِدَ الطَّاقَةِ  
مُتَغَيِّرَةٌ لِاسْتِخْدَامِ هِيَ التَّغْيَرُ  
وَلَعَرُ وَطَّاقَةُ التَّوَوِيَّةِ.





# الكهربية والمغناطيسية

## الوحدات الدولية - جدول برمزها

يُظاهَرُ الوُحْدَتِ الدَّوْلِيَّةِ سِلْسِلَةً مِنَ الوُحْدَاتِ الْمُتَّفَقِ عَلَيْهَا دَوْلِيًّا لِلاِسْتِخْدَامِ فِي الْأَعْرَاضِ الْعِلْمِيَّةِ. وَالْمُصَاعَفَاتُ الْمُسْتَحْدَمَةُ، مَعَ بَعْضِ الْوُحْدَاتِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ فِي هَذَا السَّطْحِ صِغَرًا أَوْ كِبَرًا، نَشْمَلُ بِكُورِ  $10^{-12}$  : مِيكرو  $10^{-6}$ ،  $10^{-9}$  : نَانُو،  $10^{-15}$  : فِمْتُو،  $10^{-18}$  : أَيْكُو،  $10^3$  : كِيلُو،  $10^6$  : مِيلْيُو،  $10^9$  : بِيكُو،  $10^{12}$  : تِيرَا،  $10^{15}$  : بِيكُو،  $10^{18}$  : أَيْكُو.

الكمية	الرمز	الوحدة	الاختصار	التوضيح
فَلْتَمِيَّة	ف	فَلْت	ف	تَسْعُ الْمَطَارِيَّةُ أَوْ الْمَوْلُذُ فُلْطِيَّةٌ وَتَبْعُهُ مِثَارًا كَهْرِبَائِيًّا فِي الدَّارَةِ. قَرُّ الْجُهدِ الَّذِي مَقْدَارُهُ فُلْت يَدْفَعُ مِثَارًا بِمَقْدَارِهِ أَمِيرٍ غَيْرِ مُقَاوِمَةٍ بِمَقْدَارِهَا أوم.
شِدَّةُ التَّيَّارِ	ت	أَمِير	ا	التَّيَّارُ هُوَ دَفْقٌ مِنَ الْجُسَيْمَاتِ الْمَشْحُونَةِ (مِنْ الْإِلِكْتْرُونَاتِ عَادَةً). لِنَسْرِيَانِ $10^{-18}$ : فِيمْتُو، $10^{-15}$ : أَيْكُو، $10^{-12}$ : مِيكرو، $10^{-9}$ : نَانُو، $10^{-6}$ : مِيلْيُو، $10^{-3}$ : بِيكُو، $10^3$ : كِيلُو، $10^6$ : مِيلْيُو، $10^9$ : بِيكُو، $10^{12}$ : تِيرَا، $10^{15}$ : بِيكُو، $10^{18}$ : أَيْكُو.
مُقَاوِمَةٌ	م	أوم	اوم (Ω)	مُقَاوِمَةٌ الْمُوَاسَّلِ هِيَ بِمَقْدَارِهَا صَدَّةُ لِسْرِيَانِ التَّيَّارِ. وَهَذِهِ الْمُقَاوِمَةُ تَسْتَنْبُتُ تَحْوُلَ بَعْضِ الطَّاقَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ إِلَى طَاقَةِ حَرَارِيَّةٍ.
طَاقَةٌ	طا	جُول	جُول	يُسْتَهْلَكُ جُولٌ مِنَ الطَّاقَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ فِي الثَّانِيَةِ عِنْدَمَا يَسْرِي تَيَّارٌ بِمَقْدَارِهِ أَمِيرٍ غَيْرِ مُقَاوِمَةٍ بِمَقْدَارِهَا أوم.
قُدْرَةٌ	قد	واط	واط	القُدْرَةُ هِيَ مَعْدَلُ الشُّغْلِ الْمَبْدُولِ أَوْ الطَّاقَةِ الْمُسْتَهْلَكَةِ. إِنَّ قُدْرَةَ واط وَاحِدٍ تُسَاوِي مَعْدَلَ جُولٍ وَاحِدٍ فِي الثَّانِيَةِ.
كَمِيَّةُ الشُّحْنَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ	ك	كُولوم	كل	الْكُولُومُ وَحْدَةُ قِيَاسِ كَمِيَّةِ الشُّحْنَةِ الْكَهْرِبَائِيَّةِ. وَهُوَ يُسَاوِي الشُّحْنَةَ الْمَقُولَةَ بِوَسْطَةِ تَيَّارٍ بِمَقْدَارِهِ أَمِيرٍ فِي ثَانِيَةٍ.

## التعبير بالمعادلات

المُعادَلَاتُ الْمُسَبَّحَةُ أَدَاءُهَا لَا تَعْنِي شَيْئًا بِحَدِّ دَاتِيهَا، لَكِنْ كَلَامًا مِمَّا يُمَكِّنُكَ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى ثَلَاثِ مُعَادَلَاتٍ كُلُّ وَاحِدَةٍ مِمَّا تُمَكِّنُكَ مِنَ احْتِسَابِ إِحْدَى الْكَمِيَّاتِ الثَّلَاثِ إِذَا كَانَتْ أَشْتَانِ مِمَّا مَعْرُوفَتَيْنِ وَلِلْحُصُولِ عَلَى الْجَوَابِ الصَّحِيحِ يَجِبُ التَّعْبِيرُ عَنْ جَمِيعِ الْكَمِيَّاتِ بِوَحْدَاتٍ مِنَ بَطْنِ الْقِيَاسِ نَفْسِهِ (كِبَطْنِ الْوُحْدَاتِ الدَّوْلِيَّةِ)

فِي التَّعْبِيرِ التَّالِيَةِ خَمِيعُهَا يُمَكِّنُ فَضْلُ الْكَمِيَّةِ الْمُرَادِ احْتِسَابُهَا، فَيُصْبَحُ لَدَيْكَ

$$I = \frac{V}{R}$$

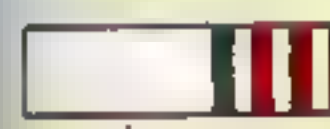
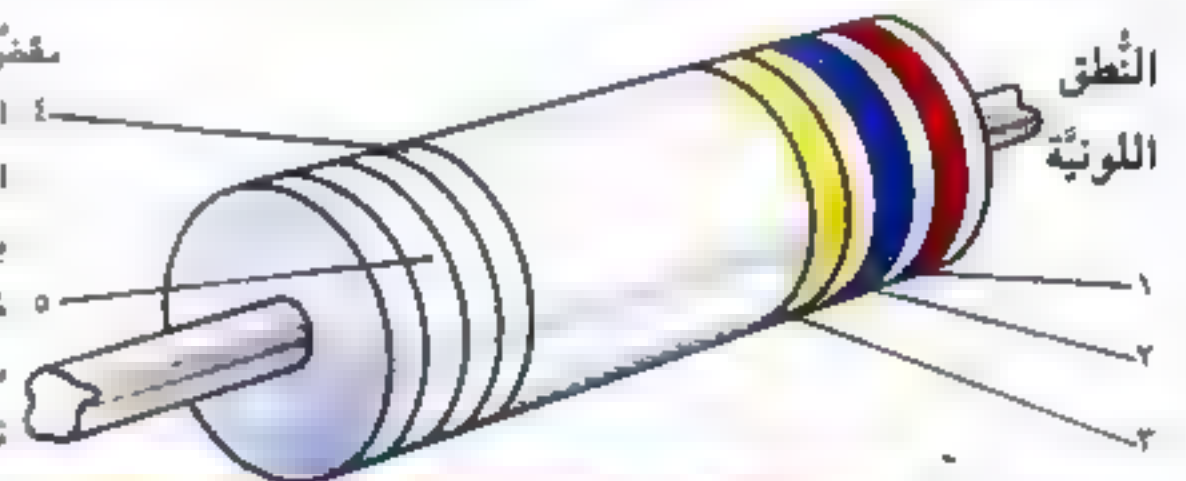
$$1 = 1 \text{ ب ج} \cdot 1 \text{ ب} = 1 \text{ ج} \cdot 1 \text{ ج} = 1 \text{ ب}$$

الشحنة الكهربائية	$Q = I \cdot t$
القوة	$P = I^2 \cdot R$
القوة (المقدمة في المقاومة)	$P = I^2 \cdot R$
الطاقة	$E = P \cdot t$
القدرة	$P = \frac{E}{t}$
السرعة الموجية	$v = \frac{f \cdot \lambda}{2\pi}$

## المقاومات الكهربائية

تُسْتَخْدَمُ الْمُقَاوِمَاتُ لِلتَّحْكُمِ فِي سَرِيحِ التَّيَّارِ فِي الدَّارَةِ، وَتُقَاسُ الْمُقَاوِمَةُ بِالْأوم (Ω). وَتُظَهَرُ قِيَمَةُ الْمُقَاوِمَةِ عَادَةً بِالْأوم (Ω) مُبَيَّنَةً ثَلَاثَةً طَرَفِيًّا مَلَوْنَةً هِيَ جُزْءٌ مِنْ شَفْرَةِ لَوْنِيَّةٍ خَاصَّةٍ.

مَقْصِدُ الْمُقَاوِمَاتِ يَحْوِي لِلسُّطُوحِ الرَّاسِخِ وَالْخَامِصِ  
1- السُّطُوحِ الْمَسْمُوحِ بِتَبَيُّنِ مَدَى قُرْبِ مُقَاوِمَةِ الْمُقَاوِمِ مِنَ الْقِيَمَةِ الْمَرْقُومَةِ عَلَيْهِ. مِثَالُ ذَلِكَ مُقَاوِمَةُ 100 Ω 1/2%  
يَعْنِي أَنَّ مُقَاوِمَتَهُ تَتَرَاوَحُ بَيْنَ 98 Ω وَ 102 Ω.  
2- مُعَامَلُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ سَاحِرًا مِنْ الْمِلْيُونِ لِكُلِّ دَرَجَةِ سِلْسِيُوسِ (°C/°C). هَذَا الْمُعَامَلُ يُبَيِّنُ وَمَقْدَارُ تَغْيِيرِ الْمُقَاوِمَةِ بِتَغْيِيرِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ.



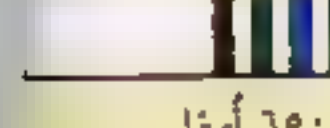
2200 Ω (أو 2.2 ميجا Ω)



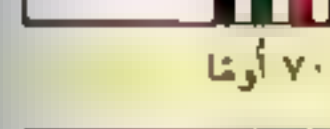
240 Ω (أو 0.24 كيلو Ω)



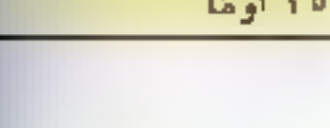
75 Ω (أو 0.075 كيلو Ω)



680 Ω (أو 0.68 كيلو Ω)



70 Ω (أو 0.07 كيلو Ω)



25 Ω (أو 0.025 كيلو Ω)



























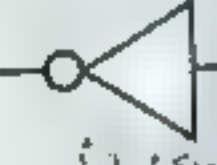


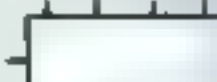
قِيَمَةُ الْمُقَاوِمَاتِ  
الْأَوَّلَى هِيَ أَمْرٌ مِنَ الشَّمْرِ الْمَلَوْنَةِ (الْمُسَبَّحَةِ) أَدَاءُهَا وَالْحُرَّانِ الْأَوَّلَانِ يُبَيِّنَانِ الْعَدَدَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ مِنَ قِيَمِ مُقَاوِمَةِ الْمُقَاوِمِ بِالْأوم. أَمَّا الْحَرْثُ الثَّالِثُ فَيُبَيِّنُ الْكَمِيَّةَ الَّتِي يَجِبُ مُضَاعَفَتُهَا الْعَدَدَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ بِهَا. (أَي، هَدَدُ الْأَصْفَارِ الْمُسَافِقَةِ بَعْدَ هَذِهِ الْأَعْدَادِ).

شعرة الترميز	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
بطاق ١ الرقم الاول																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				



## الرموز الكهربائية والإلكترونية

الرموز المستخدمة عادة لتعص مقومات الدارات الكهربائية والإلكترونية مبنية أدناه. أحياناً تستخدم رموز بديلة لكثير من هذه المقومات، بخاصة في الكتب المنشورة في بلدان مختلفة.

		
مقاوم	فولتميتر	أميتر
		
ثوابس	مقاوم ضوئي الاعتماد	مقاوم متغير
		
جرس	دايود صواء	متكثف (ثوابس) متغير
		
صمجة	مكرومفون	مخبر
		
بطارية	محور	صهيرة
		
مفتاح (مفتاح)	قوة موجة	قوة سلسة
		
خطوط المجال الكهربائي (سالب)	خطوط المجال الكهربائي (موجب)	هوائي
		
ترانسفور	ترانسفور	خطوط المجال المغناطيسي
م. س. م.	م. س. م. س.	
		
بوابة و.	بوابة أو (دائرة أو)	عاكس انطور (بوابة لا)
		
سلكان متوصلان	سلكان غير متوصلين	دائرة كهربائية متكاملة

## شفرة مورس

يمكن إرسال الرسائل بشفرة مورس المتفق عليها دولياً والمؤلفة من نقط وشرط تمثل الحروف والأرقام وبمبات أخرى.

a	• —	m	— —	y	— • — —
b	— • • •	n	— •	z	— — • •
c	— • — •	o	— — —	1	• — — —
d	— • •	p	• — — •	2	• • — —
e	•	q	— — • —	3	• • • —
f	• • — •	r	• — •	4	• • • •
g	— — •	s	• • •	5	• • • •
h	• • • •	t	—	6	— • • •
i	• •	u	• • —	7	— — • •
j	• — — —	v	• • • —	8	— — — •
k	— • —	w	• — —	9	— — — •
l	• — • •	x	— • •	0	— — — —

## نظام الترميز الثنائي

تستخدم الحاسبات الإلكترونية نظام الترميز الثنائي للأعداد، بالأحاد والأصفر فقط 0 و 1، بخلاف النظام العشري، الذي يحوي عشرة أرقام، من صفر (0) إلى تسعة (9). في النظام العشري، تمثل الأعداد الطويلة (من اليسار إلى اليمين) الأحاد، العشرات، المئات، الألوف، وهكذا دواليك. أما في النظام الثنائي، فتتمثل الأعداد الطويلة الأحاد، الاثنيتات، الأربعيات، الثمانيات، وهكذا دواليك.

الأعداد العشرية				الأعداد الثمانية	
8	4	2	1	10	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	2
1	1	0	1	1	3
1	1	1	0	1	4
1	1	1	1	1	5



# الصوت والضوء

## الطيف الكهرومغناطيسي

الصوت الذي يُمكنُ مشاهدته هو نمط واحد من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يضم أنماط إشعاع عديدة أخرى (كما هو مبين أدناه) تنتقل أمواجها بالسرعة نفسها، لكن أطوالها الموجية مختلفة



مُرسل راديوي

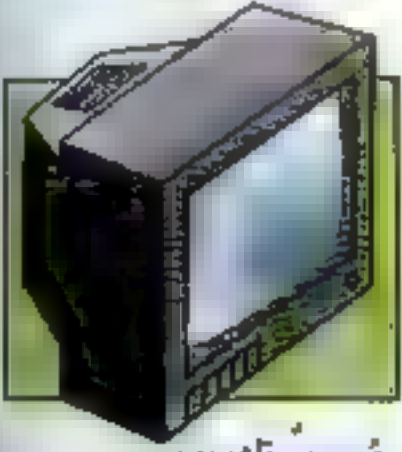
أشياء يُمكنُ كشفها



منزل

نمط الإشعاع

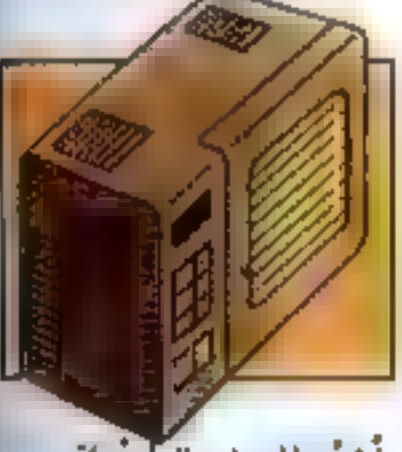
الطول الموجي (م)



مُرسل تلفزيوني



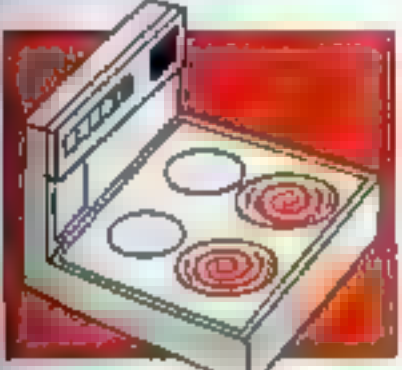
منقوعة



فُرّج لأمواج الصغرية



ذئابة



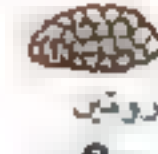
سخان بالاشعة تحت الحمراء



خلية



مصباح الاشعة فوق البنفسجية



برونين



مكنة اشعة اكس



جزيء



ذرة



تفجير نووي



مواة



بروتون



نوترونات

أمواج راديوية

أمواج ضوئية

أشعة تحت الحمراء

أشعة فوق البنفسجية

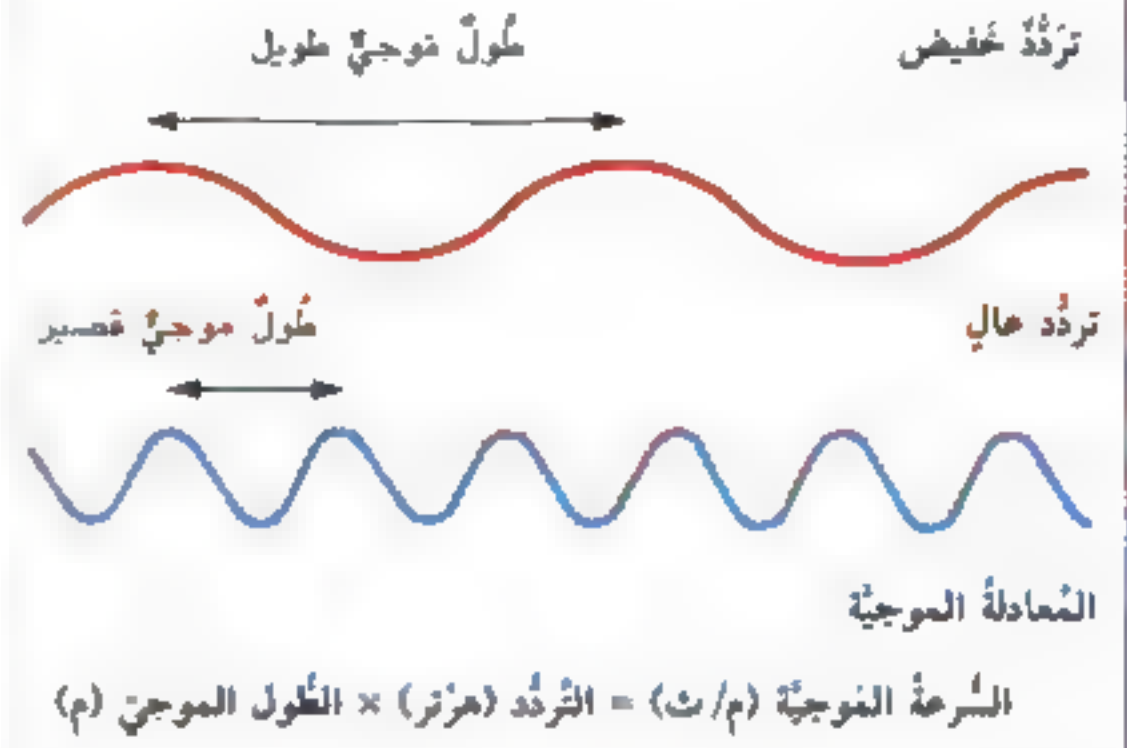
أشعة سينية (أشعة إكس)

أشعة جسيمية (أشعة جاما)



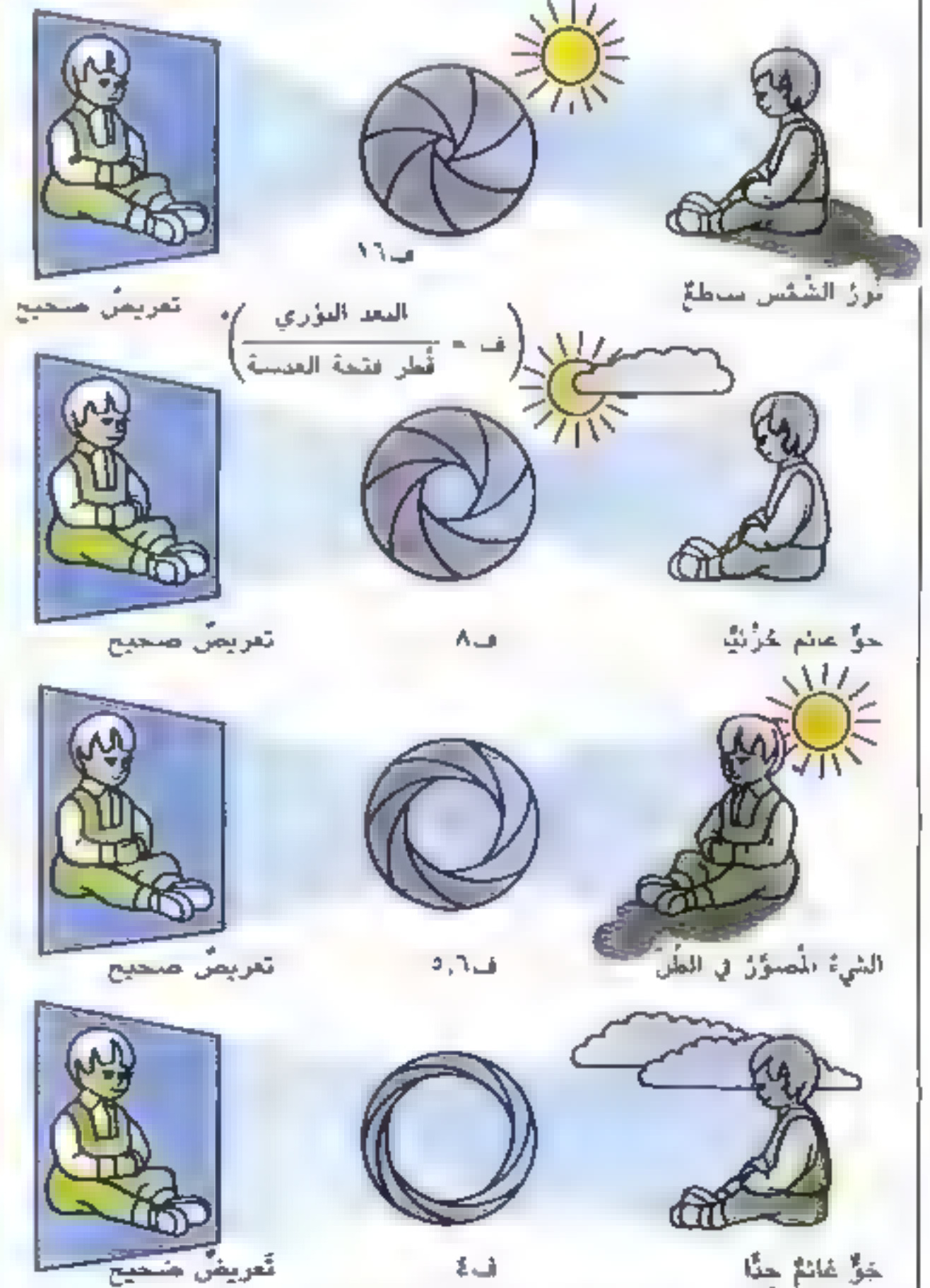
## المعادلة الموجية

سعة الموجة هي ارتفاع ذروتها (أو انخفاض قاعها) عن خط الصفر. والطول الموجي هو المسافة بين ذروتين متتاليتين، والتردد هو عدد الذبذبات (أو التموجات) في الثانية.



## التعريض الفوتوغرافي

يتم تحديد فترة التعريض بالتوفيق بين سرعة الغلق وقطر الفتحة. لكن يمكن الحصول على التعريض الصحيح، في ظروف ضوئية متباينة، بتعبير الفتحة، مع بقاء سرعة الغلق ثابتة على 1/250 بفيلم ٢٠٠ (وحدة الجمعية الأمريكية للمقاييس)





## معامل الانكسار

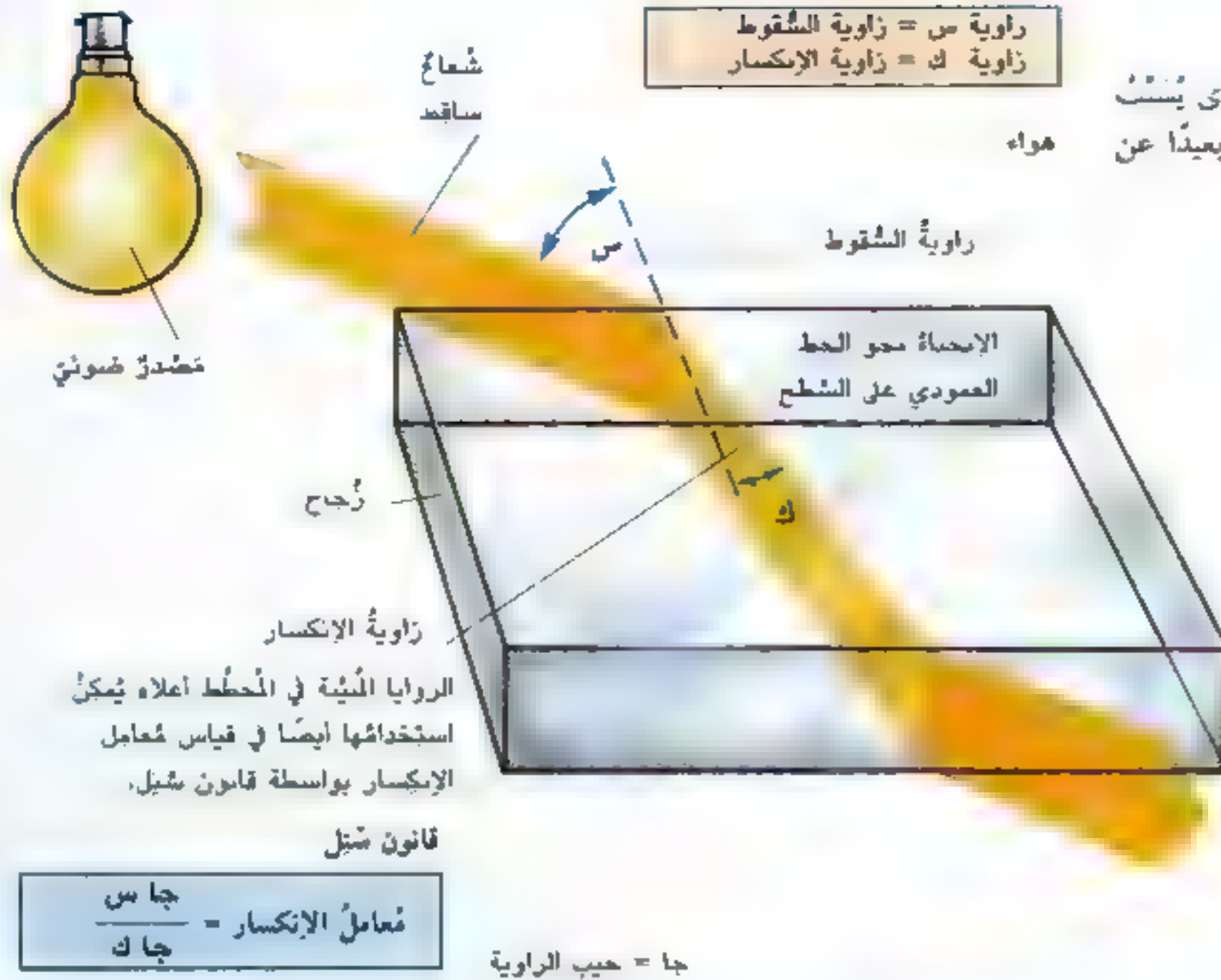
إن تغير سرعة الضوء عند انتقاله مائلاً من مادة شفافة إلى أخرى يستتبع تغيراً في اتجاهه . وكلما ازداد هذا التغير يزداد انحناء الضوء بعيداً عن اتجاهه الأصلي .

معامل (أو دليل) الانكسار هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ وسرعته في مادة شفافة أخرى .

$$\text{معامل الانكسار} = \frac{\text{سرعة الضوء في الفراغ}}{\text{سرعة الضوء في تلك المادة}}$$

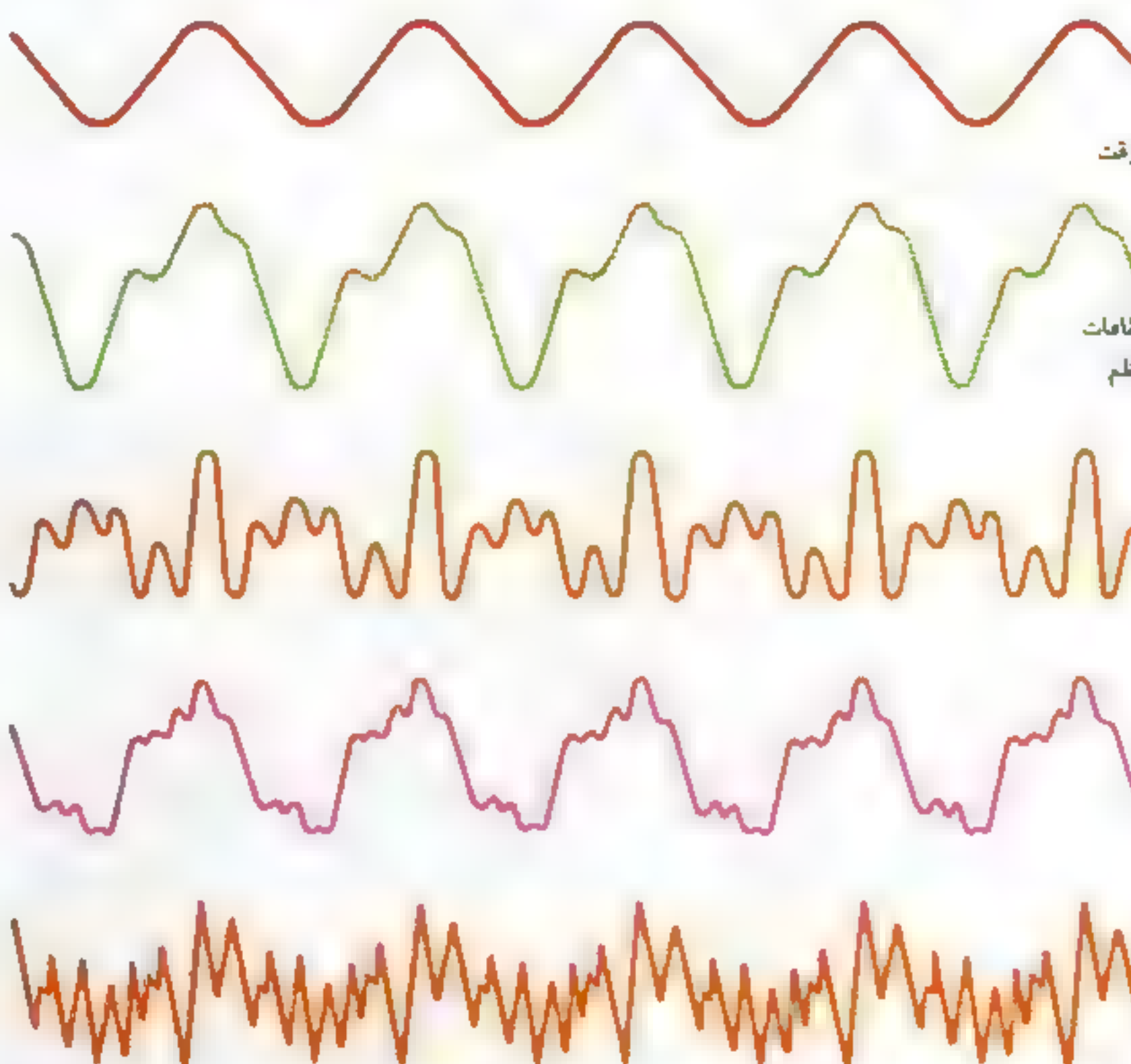
معامل انكسار الماء (١,٣٣) هو أقل من معامل انكسار الزجاج (١,٥) . وهذا يعني أن الضوء ينعكس أكثر، وبالتالي يكون انحناءه أكثر، عند ثورقه في الزجاج منه عند ثورقه في الماء .

المادة	معامل الانكسار	سرعة الضوء (م/ث)
الهواء	١,٠	٣٠٠٠٠٠٠٠
الماء	١,٣٣	٢٢٥٠٠٠
البرشيكس	١,٥	٢٠٠٠٠٠
الزجاج	١,٥	٢٠٠٠٠٠٠
الأماس	٢,٤	١٢٠٠٠٠٠٠



## مدى التردد لإلات موسيقية

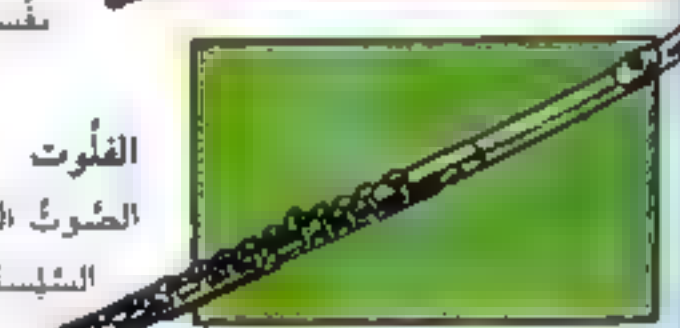
تصدر كل الآلات صوتاً يجعل شيء يتذبذب أو يهتز فيها . هذه الاهتزازات تنبعث، في الهواء، الأمواج الصوتية التي تنقل إلى أدياناً محدثة تغيرات سريعة في ضغط الهواء متساوية مع ديدة الآلة



الشوكة الرنانة  
الشوكة الرنانة تصدر نغمة مقيّة  
أحادية للتردد، فيما تصدر الآلات  
الأخرى، غالباً، عدّة ترددات في الوقت  
نفسه مؤلفة شكلاً موجياً معقداً.



الفلوت  
الصوت السلس انقي للفلوت يبدى بالانعطافات  
السلسة النفوس في شكلها الموجي المنتظم



المزمار  
الاصوات العيبة الصادرة عن الآلات ذات  
الالسة، كالزمار، تضم ترددات عديدة  
أكثر بكثير من الاصوات الصافية  
الصادرة عن الفلوت



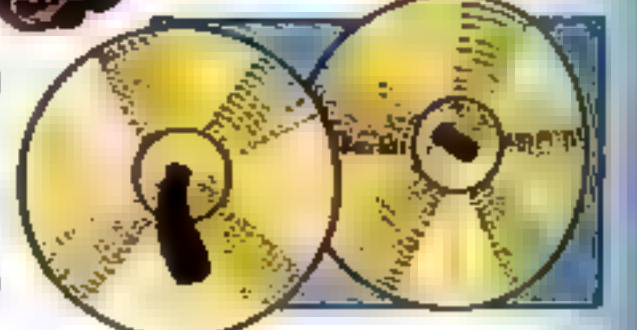
الكلارينت  
اللسان الأحادي في الكلارينت يصدر  
نغمة خفيفة سلسة.



الكمان  
صوت الكمان النقي المشبع تضم عدّة  
توافقيات عالية التردد مؤلفة شكلاً  
موجياً حاداً الشرسرة.



الصنج  
الصوت الصدمي للصنج يماثل  
نمطاً موجياً شرسراً غير منتظم،  
يعلو ويهبط بشكل عشوائي تقريباً.





# الأرض

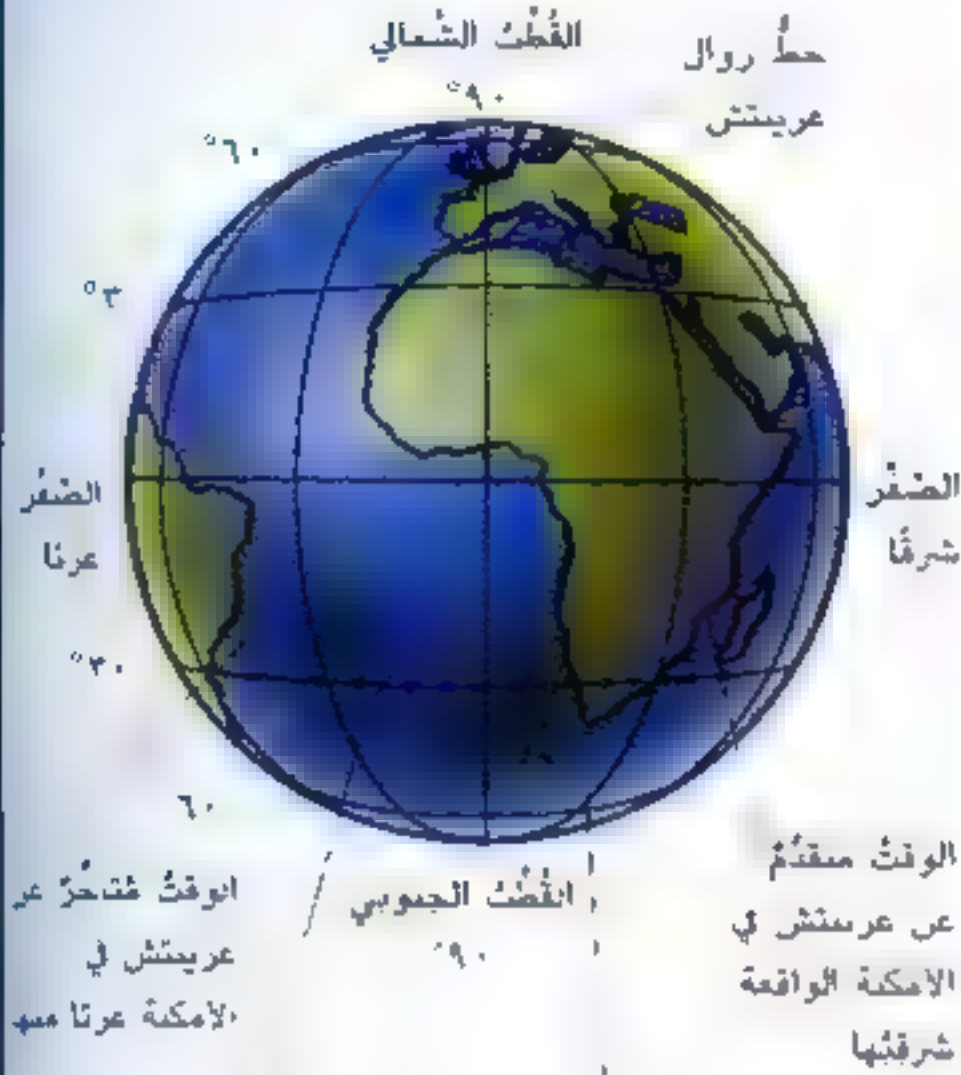
## جدول الأزمنة الجيولوجية

هذا الجدول يوضح تاريخ الأرض الذي يُخسب بدراسة الصخور التي تكوّن فيها طبقات الصخور الرسوبية المتنوعة

عصر	حقبة	الزمن
الحقبة الرابعة	الهولوسين	٠.١
	البستوسين	١.٦
	البليوسين	٥.٣
	الموسين	٢٣
	الاوليغوسين	٣٤
	الإيوسين	٥٢
الحقبة الثالثة	الباليوسين	٦٥
	الطباشيري	١٣٥
	الجوراسي	٢٠٥
	البراشي	٢٥٠
	الرمي	٢٠٠
	الكريوني	٢٥٥
الحقبة الثانية	الديفومي	١١٠
	السيلوري	٤٣٥
	الأردويسي	٥١٠
	الكمبري	٥٧٠
		٤٦٠٠

## خطوط الطول والعرض

يقع خط الاستواء على خط العرض صفر. ويمر خط الطول الصفري بمدينة غرينتش قرب لندن، إنكلترا، وتُختبئ مواقع الأمكنة بدرجات العرض والطول، وتقسّم كل درجة إلى ٦٠ دقيقة.



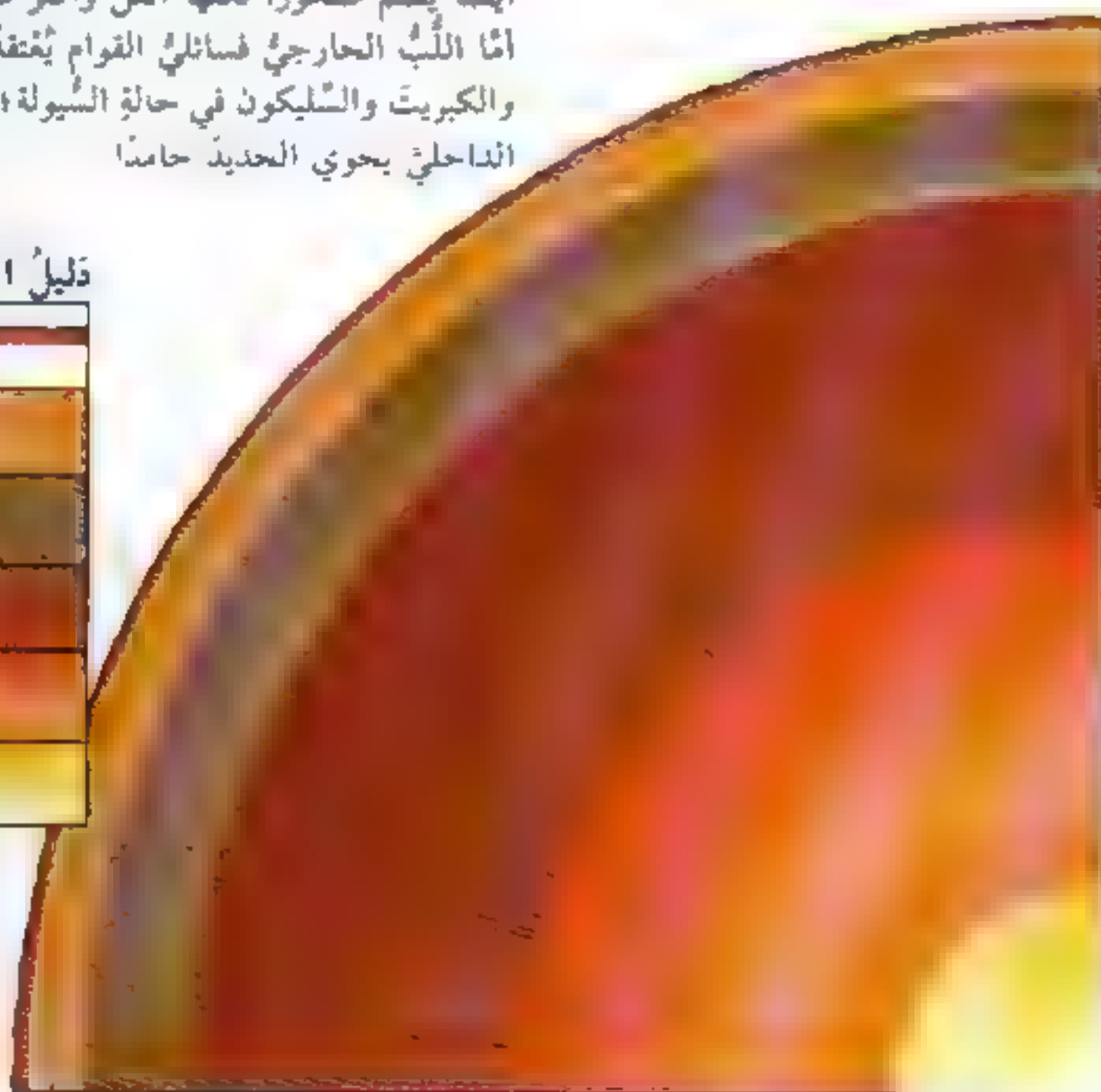
الوقت منقذ  
عن غرينتش في  
الأمكنة الواقعة  
شرقها

## بنية الأرض

تشكل نية الأرض أربع طبقات: الطبقة الخارجية، أو القشرة، تتألف من أنماط صخرية مختلفة كالبازلت والجرانيت والذئد أيضًا يقسم صخورًا لكنها أثقل وأكثر قدمة من صخور القشرة أما اللب الخارجي فسمائي القوام يُعتقد أنه يحوي لحديد والكبريت والسليكون في حالة السيولة؛ هي حين يُرخع أن اللب الداخلي يحوي الحديد حاميًا

## دليل الألوان

القشرة	
الذئد القوي	
منطقة تحول	
الذئد	
اللب الخارجي	
اللب	



\* الزمن بملايين السنين قبل العصر الحاضر.

العمق (كم)	الضغط (ك بار)	الكثافة (ك/م <sup>٣</sup> )	درجة الحرارة (س)
٥٠	١٥٠	٣٥٠٠	١٧٥٠
١٠٠	٣٢٥	٤٥٠٠	٢٠٠٠
٢٩٠	١٣٢٥	١٠٠٠	٣٠٠٠
٥١٠	٣٣٠٠	١٢١٠٠	٣٦٠٠
٦٣٠٠	٣٧٥٠	١٢١٠٠	٤٠٠٠



## مقياس «موز» للصلادة

ابتكر عالم المعادن الألماني، فريدريخ موز، جدولاً مبدئياً لقياس الصلادة بالمقارنة مع صلادة عشرة معادن مختارة. تزداد صلادة المعدن بزيادة رقم صلادته أي إن كل معدن يחדش المعدن ذات الأرقام الأقل من رقم صلادته.

	١ الطلق		٦ الأرثوكلار
	٢ الجبس		٧ الكوارتز
	٣ الكلسيت		٨ الوبار
	٤ الفلوريت		٩ الكورندم
	٥ الياپانيت		١٠ الألماس

- صلادة الطفر  
حوالي ٢.٥

- صلادة قطعة  
مقو نحاسية ٥.٥

- صلادة المطواة  
٥.٥ (مستطيل)  
خدش الياپانيت وليس  
الأرثوكلار.

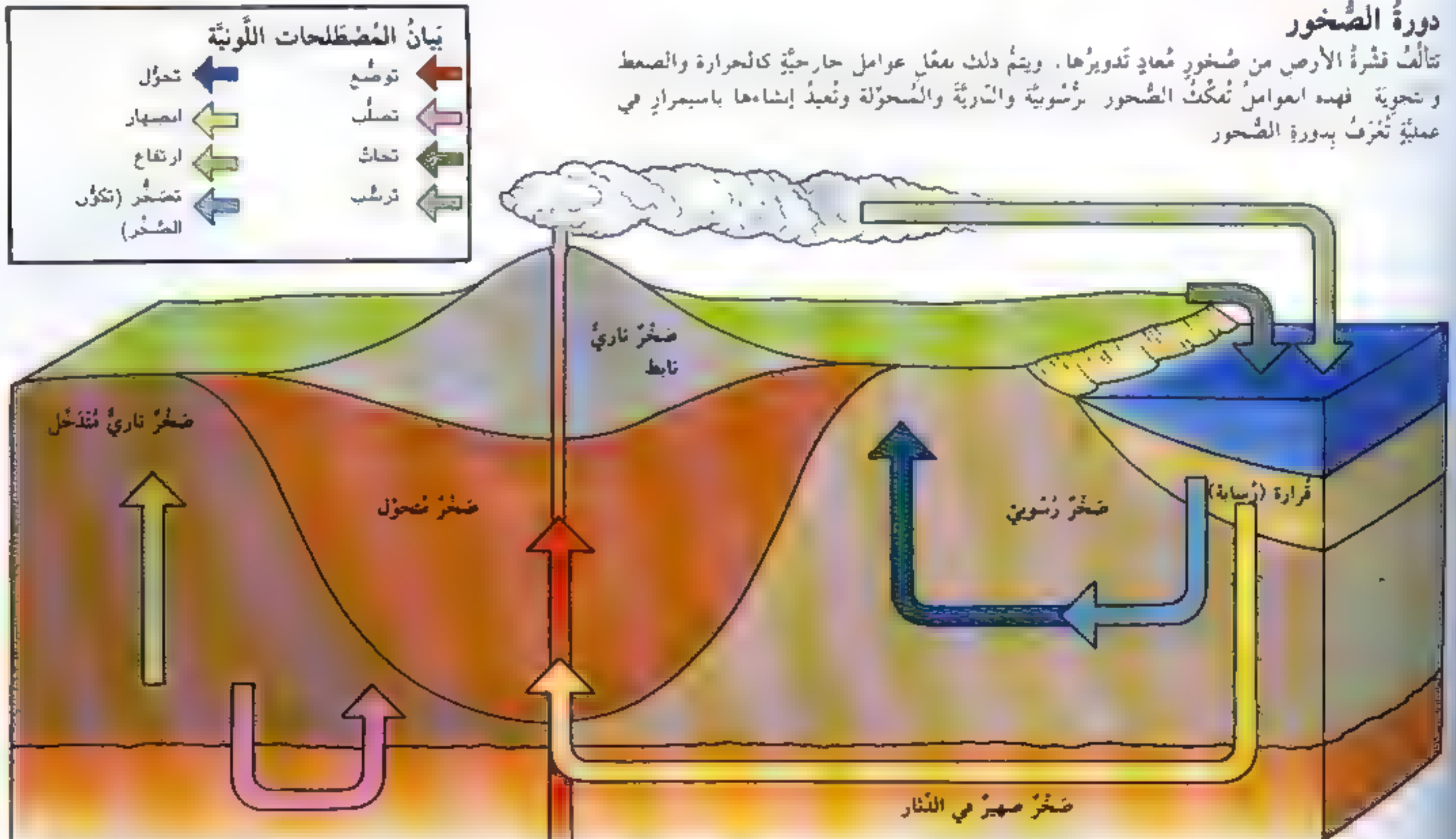
## الصخور الشائعة

الصخور التي تولد الأرض إما نارية (بركانية) أو رسوبية أو متحولة. تتشأ الصخور النارية من تصلب الصهارة (الصخر المنصهر). وتتشكل الصخور الرسوبية من كسرة الصخر والرمل والعزير الملتصقة بصعيط الصفات موفها. وتتكون الصخور المتحولة بتغير المحتوى المعدني للصخر بتأثير الحرارة والضغط. وفي ما يلي عشرة أمثلة شائعة من كل نوع.

ناري	رسوبي	متحول
غرانيت	حجر جيري	أردواز
أسواني	دولوميت	فيلثيت
جائرو	حجر رملي	شست
دولزيت	كونجلومرات (زصير)	نايس
بازلت	بازلت (بريشة)	هوريفلس (صخور قرنية)
انديريت	رسانة البحر (الفاثوريت)	زحام
سبجي (ألبينيدي)	حجر غريني	كوارتزيت (مرويت)
ديوريت	حجر طيني	ميهماثيت
صخر بورفير (مستطيل)	طفل (طين صفي متخثر)	امفيبوليت (لحائرات)
ريوليت	صلصال	تاكتيت

## دورة الصخور

تتألف قشرة الأرض من صخور معاد تدويرها. ويتم ذلك بفعل عوامل خارجية كالحرارة والضغط وتحتوية هذه العوامل ثمة الصخور الرسوبية والنارية والمتحولة وتعيد إنشاءها باستمرار في عملية تعرف بدورة الصخور.





# الطقس

## مُنظمة الأرصاد العالمية

تتألف مُنظمة الأرصاد العالمية من شبكة تضم قرابة ١٠,٠٠٠ محطة أرصاد جوية دائمة في سائر أنحاء العالم. وتتوالى التقارير من هذه المحطات ليُصوَّب كلُّ ثلاث ساعات (تُدعى ساعات الرصد الآتي) إلى ثلاثة عشر مركزاً رئيسياً لرصد الطقس تظهر على خريطة العالم المبيّنة جانباً. وتقوم هذه المراكز بتحويل المعلومات التي تصلها عن الطقس باستمراري إلى جميع بلدان العالم لتُعيد نشراتها وتبؤاتها الجوية.

## أحوال جوية قصوى

يُبين الجدول التالي الأحوال الجوية القصوى المسجلة حول العالم. الظروف القصوى هي في بعض الأماكن جزء من النمط المعتاد في تلك الأصقاع. وفي أماكن أخرى تفتقد ظروف، كالفيضانات أو الجفاف، النمط المعتاد.

### تساقط الثلج الأعظم

(في ١٢ شهراً) ٣١١٠٢ ملم، من ١٩٧١/٢/١٩ إلى ١٩٧٢/٢/١٨ وذلك في هيريس، نيل ونيبر في ولاية واشنطن، بالولايات المتحدة.

### تساقط المطر الأعظم

(في ٢٤ ساعة) ١٨٧٠ ملم، من ٢/١٥ إلى ١٩٥٢/٣/١٦ في جيلالوس، رينتون، بالمحيط الهندي.

### فترة الجفاف القصوى

(تساقط المطر السنوي) جيلو في صحراء أتكلام، قرب كالاماء، بالسنغال. استمر الجفاف ٤٠٠ سنة حتى عام ١٩٧٢

### أعلى سرعة رياح سطحية

٣٧١ كم/س، على جبل واشنطن (ارتفاعها ١٩١٦م) في نيويورك، بالولايات المتحدة بتاريخ ١٢/٤/١٩٣٤.

### شعشع الشمس الأقصى

٩٧٪ (لاكثر من ٤٣٠٠ ساعة) في الصحراء الشرقية

### شعشع الشمس الأدنى

جبلو، في القطب الشمالي، حيث يستمر لغطل الشتاء ١٨٢ يوماً

### أعلى درجة حرارة في الظل

٥٨°س، في الغريزة (ارتفاعها ١١٦م)، ليبيا في ١٣/٩/١٩٢٢.

### المكان الأشد حرارة

(المعدل السنوي) ٣٤.٤°س في فلول، الكويت.

### المكان الأكثر برودة

(المعدل المئتي الأتد) - ٨٩°س في محطة بلاكو، في القارة القطبية الجنوبية

### الأيام الممطرة الأكثر

(في السنة) حتى ٣٥٠ يوماً في السنة، في جبل واي ايلالي (ارتفاعه ١٤٦٩م) في كولومبيا، هناري

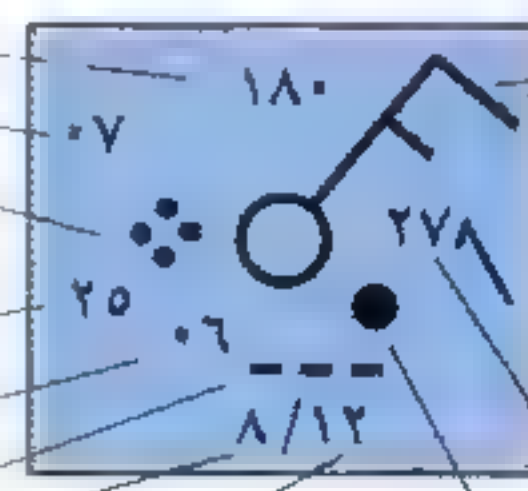
### المكان الأعصف رياحاً

تبلغ سرعة العواصف ٣٢٠ كم/س، في خليج الكوشنولت، ساحل جورج الخامس، القارة القطبية الجنوبية.

## قراءة خرائط الطقس

أشبه الرّيح تشير إلى اتجاه مهت الرّيح. رّيح شمالية شرقية معتدلة الرّيشات على الأسهم تُبين سرعة الرّيح بحيث إن كل نصف علامة يساوي ٩,٥ كم/سا وكل علامة كاملة تساوي ١٩ كم/سا.

صقَط الهواء ١٨ ١ مليار درجة الحرارة ٢٧°س الطقس حالاً امطار عريضة مستمرة مدى الرؤية ٢.٥ كم نقطة الندى ٦°س سحب طبقي العطاء الغيمي تام



منبر في الساعة قاعدة العيم الدصبة

هبط الضغط ٢.٧ مليار في الـ ٣ ساعات الأخيرة

## رموز خرائط الطقس

يستخدم الأرصاديون قائمة من الرموز لإيصال الطقس وسرعة الرياح والرموز المبيّنة أدناه مُعتمدة عالمياً. فتمتدّ رُسَمَت على خرائط الطقس فيها توفر معلومات أساسية تُستخدم في إعداد نشرات وتبؤات الأحوال الجوية. ويستخدم مذيكر مشرات الأحوال الجوية التلفزيونية نسخاً مُبسّطة من هذه الرموز.

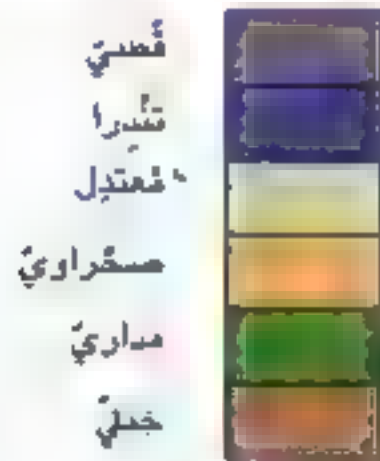
شائورة (صبات خفيف)	صناب	رذاذ
مطر	مطر ورياد	مطر وثلج
ثلج	وايل مطر	مطر ووايل ثلج
وايل ثلج	وايل برد	عاصفة رعدية
حبهة باردة	حبهة دافئة	جبهة مُزوجة
رياح من الخفيفة إلى العاصفة		
هادية		



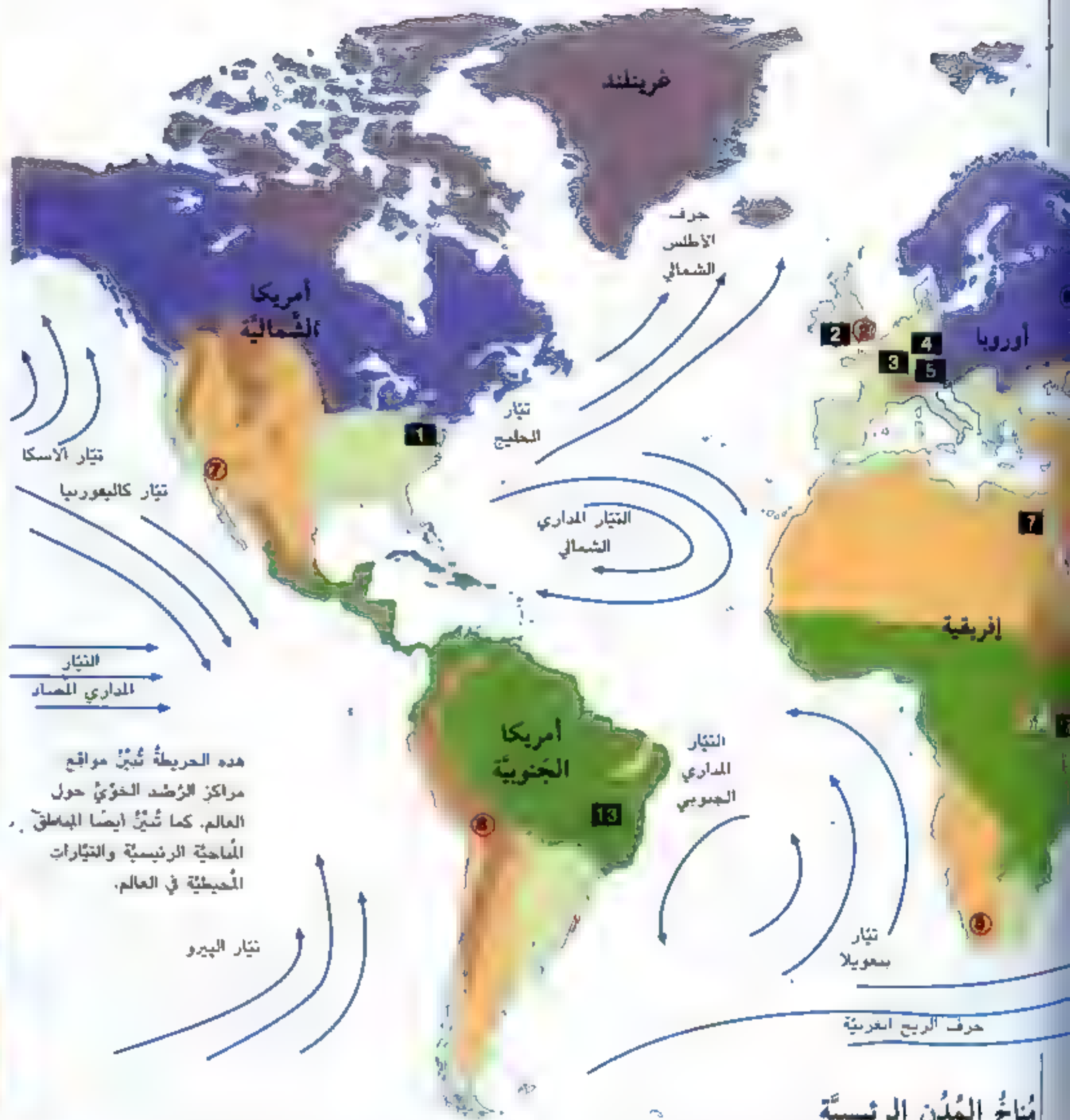
## مَرَاكِزُ رَضْدِ الطَّقْسِ

مَوَاقِعُ الثَّلَاثَةِ عَشَرَ مَرَكَزًا لِرَضْدِ  
الطَّقْسِ مُمَيَّزَةً عَلَى خَرِيطَةِ الْعَالَمِ  
وَهَذِهِ الْمَوَاقِعُ هِيَ:

- ١ واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة
- ٢ براكنيل، المملكة المتحدة
- ٣ باريس، فرنسا
- ٤ أوكسباخ، ألمانيا
- ٥ براج، تشيكوسلوفاكيا
- ٦ موسكو، روسيا
- ٧ القاهرة، مصر
- ٨ نيودلهي، الهند
- ٩ بيجين، الصين
- ١٠ طوكيو، اليابان
- ١١ ملبورن، أستراليا
- ١٢ ميريبي، كينيا
- ١٣ برازيليا، البرازيل



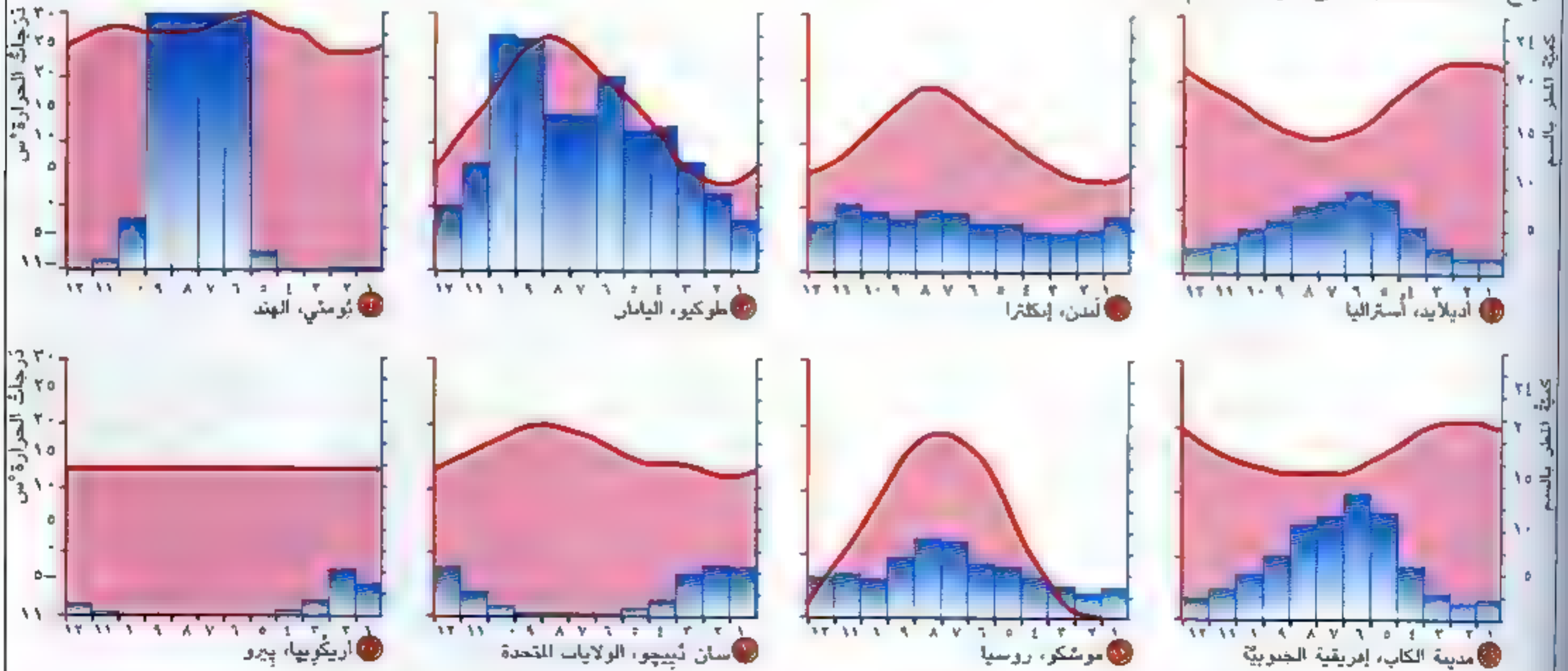
تِيَارَاتُ شَحِيطِيَّة



هذه الخريطة تُبَيِّنُ مَوَاقِعَ  
مَرَاكِزِ الرُّضْدِ الخَوِيِّ حَوْلَ  
العَالَمِ. كَمَا تُبَيِّنُ أَيْضًا الْمَاطِقَ  
الْمُحَاطَةِ الرَّئِيسِيَّةَ وَالتِّيَارَاتِ  
الْمُحِيطِيَّةَ فِي الْعَالَمِ.

## مُنَاحُ الْمُدُنِ الرَّئِيسِيَّةِ

رُسُومٌ أَسَاسِيَّةٌ أَدْنَاهُ تُبَيِّنُ الْمُتَغَيَّرَاتِ الْإِحْصَائِيَّةَ لِدَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ وَكَمِّيَّاتِ الْمَطَرِ لِمُدُنٍ مُخْتَلِفَةٍ حَوْلَ الْعَالَمِ  
(مَوَاقِعُ هَذِهِ الْمُدُنِ مُمَيَّزَةٌ عَلَى خَرِيطَةِ الْعَالَمِ أَعْلَاهُ).





## الفضاء

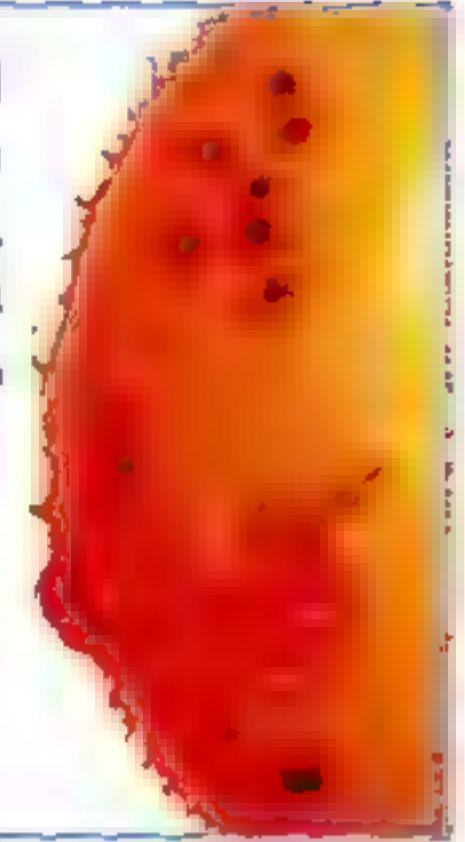
### الْمَعُ النُّجُوم

نُقَاسُ لِمَعَانِ الْحَمِّ بِالنَّقْدَرِ الْمُحَدَّدِ لَهُ . وَكُلَّمَا انْخَفَضَ الْقَدْرُ كَانَ النُّجْمُ أَلْمَعُ ، بِحَيْثُ إِنَّ لِمَعَانَ نَجْمٍ مِنْ قَدَرٍ مُعَيَّنٍ يَرِيدُ مَرَّتَيْنِ وَنِصْفًا عَلَى لِمَعَانِ نَجْمٍ مِنْ الْقَدَرِ الَّذِي يَلِيهِ كَمَا يَبْدُوَانِ مِنَ الْأَرْضِ . أَمَّا الْقَدْرُ الْمُطْلَقُ فَهُوَ كَمِيَّةُ الصَّوَّةِ الَّتِي يَتَجَنَّبُهَا الْحَمُّ بِغَلَا

الاسم	الظاهري	الظاهر المنطلق	البعد عن الشمس (بالسنين الصونية)
الشُّعْرَى الِيعَابِيَّةُ	١,٤٦ -	١,٤ +	٨,٦٥
شَهِيل	٠,٧٢ -	٤,٦ -	١٢
حَصَار	٠,١	٤,١ +	٤,٣٨
السُّمَّاكُ الزَّامِح	٠,٠٦ -	٠,٣ -	٢٦
النُّنْزُ الْوَاقِع	٠,٤ +	٠,٥ +	٢٦
العَبُوق	٠,٨ +	٠,٥ -	٤٢
رَجْرُ الْحَنَار	٠,١٠ +	٧,٠ -	٩٠٠
الشُّعْرَى الشَّامِيَّةُ	٠,٣٥ +	٢,٦ +	١١,٤
مَنْكَبُ (أَوْ إِبْطُ) الْجُوزَاءِ	٠,٤٩ +	٥,٧ - (مُنْعَرِفٌ)	٢١٠
أَجْرُ النَّهَر	٠,٥١ +	٢,٥ -	١١٧
الْوَرْنُ	٠,٦٢ +	٤,٦ -	٤٩٠
النُّنْزُ الطَّائِرُ (الطَّيْرُ)	٠,٧٧ +	٢,٣ +	١٦
الذُّبْرَانُ (عَبْرُ الثَّوَرِ)	٠,٨٥ +	٠,٧ -	٦٩
نَجْمُ مُقِيمِ (الصُّلَيْبِ الْجُمْبُوجِيِّ)	٠,٩٠ +	٣,٧ -	٢٧٠
قَلْبُ الْعَقْرَبِ	٠,٩٢ +	٤,٥ -	٤٣٠
السُّمَّاكُ الْأَعَزَلُ (السُّنْبُلَةُ)	٠,٩٦ +	٣,٦ -	٢٦٠
رَأْسُ الثَّوَامِ الْمُؤَخَّرِ	١,١٥ +	١,٠ +	٣٥
لَحْمُ الْحَوَاتِ	١,١٦ +	١,٩ +	٢٣
دَسِبُ الْأَسَدِ (الدَّسَبِ)	١,٢٥ +	٧,١ -	١٨٠٠
نَجْمُ مُقِيمِ النَّاسِي	١,٢٥ +	٥,١ -	٤٨٩
قَلْبُ الْأَسَدِ	١,٣٥ +	٠,٧ -	٨٥
الْعَدَارَى	١,٥٠ +	٤,٤ -	٦٨١

### الشَّمْسُ

الشَّمْسُ أَشْطَعُ النُّجُومِ فِي سَمَانِنَا بِلَا مُنَازَعٍ سَبَّ قَرِيبَهَا مِنَ الْأَرْضِ . وَحَيْثُ إِنَّ ضَوْءَ الشَّمْسِ يَسْتَفِرِّقُ ٨,٣ دَقَاقَتَيْنِ لِيَصِلَ إِلَيْنَا ، فَإِنَّ الشَّمْسَ الَّتِي نَرَاهَا هِيَ الشَّمْسُ قَبْلَ ٨,٣ دَقَاقَتَيْنِ



كُتْلَةُ الشَّمْسِ  $1,99 \times 10^{30}$  ك  
 دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا السُّطْحِيَّةِ ٦٠٠٠ س  
 دَرَجَةُ حَرَارَةِ لُبِّهَا ١٤٠٠٠٠٠٠ س  
 نَظَرُهَا ١٣٩٢٠٠٠ ك

### أَعْظَمُ الرَّجْمِ

الاسم	البلد	الوزن التقريبي بالطن
فُوبَا وَشْت	جنوب غرب افريقية	٦٠
خَيْمَةُ الْأَنْدَلُوسِيِّينَ	چرينند	٣٠,٤
بَاكْتُوبَرِيَتُو	امكسيك	٢٧
مَنْوَسِي	نثرانيا	٢٦
أَجِيَاك	غرب چوبينند	٢٠,١
أَرْمَنِي	جمهورية فنقوليا الشعبية	٢٠
نُشُوبَادِرُوس	المكسيك	١٤
وِيلَامِيَت	الولايات المتحدة	١٤
كَامِيُو دِلْ سِيْبِلُو	الأرجنتين	١٣
مُنْدَرَابِلَا	أستراليا	١٢

### الْكَوَاكِبُ السَّيَّارَةُ

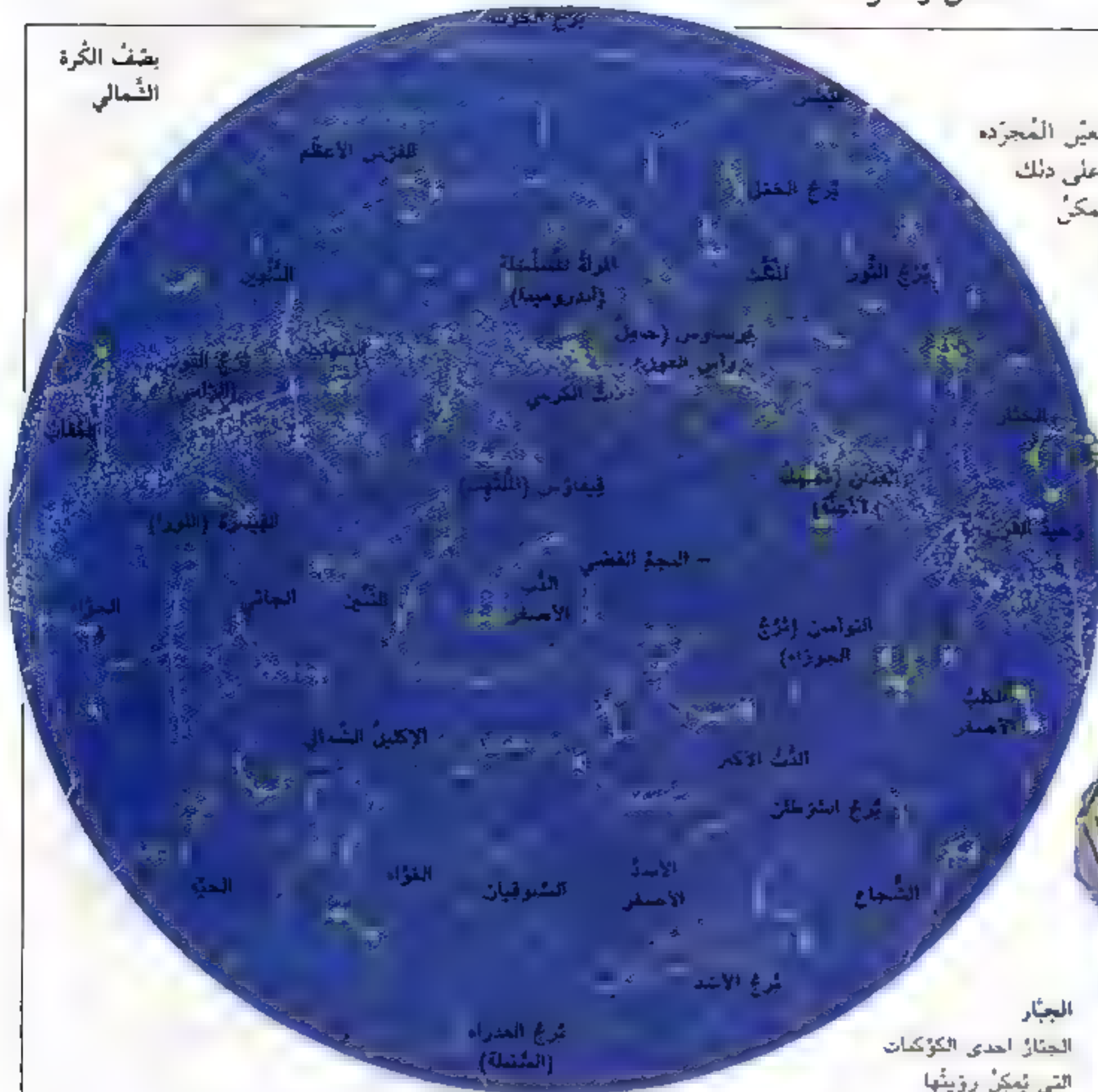
وَأَوْرَانُوسُ وَپِتُونُ . أَمَّا پِلُوتُو فَهُوَ الْكَوَكِبُ لِتَاسِعِ الشَّدِّ ، إِذْ إِنَّهُ أَصْعَرُ الْكَوَكِبِ السَّيَّارَةِ وَيَتَأَثَّرُ مِنْ صَحَرٍ وَخَلِيدٍ

هَنَالِكَ يَسْنَعُ سَيَّارَاتُ فِي النِّطَامِ الشَّمْسِيِّ تَفْعُ فِي مَجْمُوعَتَيْنِ تَقْرِيبًا الْمَجْمُوعَةُ لِأَقْرَبُ إِلَى الشَّمْسِ هِيَ الْكَوَاكِبُ الصَّخْرِيَّةُ الْأَرْبَعَةُ - عُطَارِدُ وَالزُّهْرَةُ وَالْأَرْضُ وَالْمَرْيَخُ . وَتَقْضُمُ الْمَجْمُوعَةُ الْأَبْعَدُ الْعَمَالِقَةُ الْغَازِيَّةُ وَهِيَ الْمُسْتَرِي وَرُحْلُ

الكوكيب	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نيپون	پلوتو
البعد عن الشمس بملايين الكيلومترات	٥٧,٩	١٠٨٢	١٤٩,٦	٢٢٧,٩	٧٧٨,٣	١٤٢٧	٢٨٧٠	٤٤٩٧	٥٩١٢
القطر الاستوائي (بالكيلومتر)	٤٨٧٩	١٢١٠٤	١٢٧٥٦	٦٧٨٦	١٤٢٩٨٤	١٣٠٥٣٦	٥١١١٨	٤٩٥٢٨	٢٣٨٤
الكثافة (الأرض = ١)	٠,٥٦	٠,٨٢	١	٠,١٠٧	٣١٨	٩٥	١٤,٥	١٧	٠,٠٢
الحجم (الأرض = ١)	٠,٠٥٦	٠,٨٦	١	٠,١٥	١٣١٩	٧٤٤	٦٧	٥٧	٠,٠١
درجة حرارة السطح (س)	٣٨٠ -	٤٨٠ +	٧٠ -	١٢٠ -	١٥٠ -	١٨٠ -	٢١٤ -	٢٢٠ -	٢٣٠ -
جاذبية السطح (أرض = ١)	٠,٣٨	٠,٩	١	٠,٣٨	٢,٦٤	٠,٩٢٥	٠,٧٩	١,١٢	٠,٥
زمن الدوران حول الشمس (سنة الكوكب)	٨٧,٩٧ يومًا	٢٢٤,٧ يومًا	٣٦٥,٢٦ يومًا	٦٨٦,٩٨ يومًا	١١,٨٦ سنة	٢٩,٤٦ سنة	٨٤,٠١ سنة	١٦٤,٨ سنة	٢٤٨,٥ سنة
زمن التدوير الكاملة (يوم الكوكب)	٥٨,٦٥ يومًا	٢٤٣,٠١ يومًا	٢٣,٩٣٦ يومًا	٢٤,٦٢٣ يومًا	٩,٥٥٥ سنة	١٠,٣٩٦ سنة	١٧,١٤٦ سنة	١٦,٥٧٦ سنة	٦ أيام ٩ س
السرعة المدارية (كم/ث)	٤٧,٩	٣٥	٢٩,٨	٢٤,١	١٣,١	٩,٦	٦,٨	٥,٤	٤,٧
عدد الأقمار	-	-	١	٢	١٦	١٨	١٥	٨	١



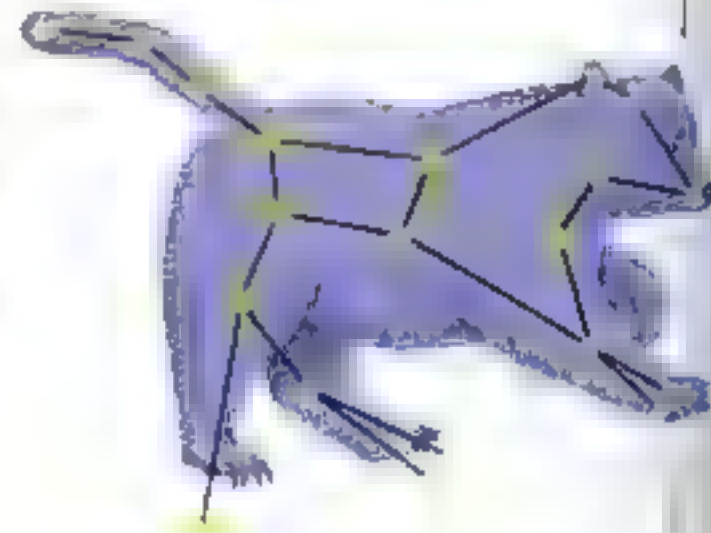
نصف الكرة الشمالي



## الكوكبات

سماء لأرض مَرَصعة بحوالي ٦٠٠٠ نجم يُمكن رؤيتها بالعين المجردة والنجوم التي تراه تعتمد على موقعك على سطح الأرض وعلى ذلك الوقت من السنة. وتُسمى الحريظان المُرفقتان النجوم التي يُمكن رؤيتها من بعضي الكرة الشمالي والجنوبي. وسيحة لتدويم الأرض تدوم نجوم كدنها تتحرك عبر السماء، لذا ينبغي تدوير هذه الحرائظ أيضاً. فالنجوم الواقعة في وسط الحريظتين، نَظراً ترى على مدار السنة، أما تلك الواقعة على الحواف فترى فقط في أوقات مُعيّنة من السنة.

الدب الأكبر  
تقود أسطورة  
يونانية إنها امرأة  
جميلة حوّلها إلهة  
عذراء إلى دب.



العريس الأعظم  
تُحَد هذه الكوكبة شكل حصان  
مُجنح. وفي الأساطير اليونانية، أنها  
حصان قدر من دماء قولة تُدعى  
مدورا، بعد أن قتلها فرساؤس



الجبار  
الحقار إحدى الكوكبات  
التي يُمكن رؤيتها  
مشهورة وفي الأساطير  
اليونانية أن الحمار كان  
صياداً ناهضاً، لكنه  
مُتَعَجَّرٌ



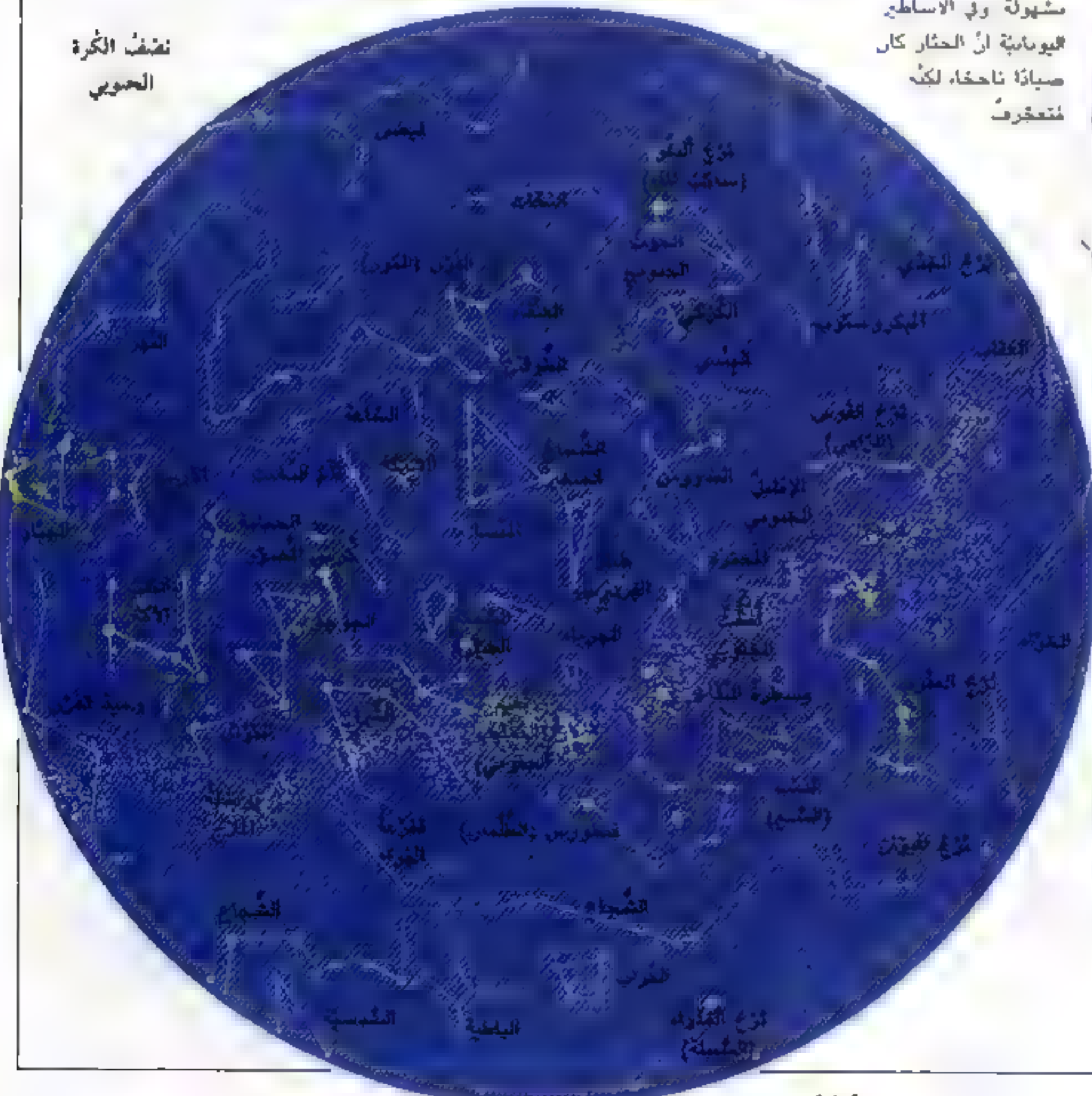
الكلب الأكبر  
هذه الكوكبة تُمثل أحد الكُتَبين  
لأطفي فكوكهما عر عقي  
نحار والشعري ايمانية، المي  
نجم في السماء، هي إحدى  
النجوم التي تولّد هذه  
كوكبة.

قنطورس  
تُسمى الكوكبة الكائن  
الأسطوري قنطور الذي  
يُضغ الأعر أنسار  
والأسمر حصان  
وهي تضم أطلمار  
الفرير، أقرب نجم إلى  
الأرض (عدا الشمس).



دب القرب  
في الأساطير اليونانية أن القرب  
أرسل ليقتل الجبار. والكوكبات  
تقعان الآن في طرفين مُتقابلين  
من السماء، عندما يعتب الجبار  
يُطلّع لعقرب

نصف الكرة الجنوبي





## الكائنات الحية

### كيف تستخدم المخطط

المخطط مُصمَّمٌ بوضوح بحيث يمكنك معرفة مستوى التصنيف لأي من المجموعات المُصنَّفة بسرعة.

قسم أعلى في تصنيف الكائنات الحية.

جماعة رئيسية ضمن العالم، أحياناً تدعى قسماً في تصنيف لسانت.

جزء من الشَّعبة (أو القسم) في تصنيف النباتات.

جماعة كبيرة ضمن الطائفة.

طائفة

جزء رئيسي من شعبة أو شعيبة

جزء من طائفة أو طويقة يقصر الطوائف تُقسَّم إلى عدة رتب

جميعاً كبيرة من الأنواع تتميز بعدة سمات مشتركة

جميعاً صغيرة من الأنواع تتميز بكثير من السمات المشتركة

رتبة

فصيلة

جنس

نوع

جماعة من الكائنات الحية تستطيع التكاثر فيما بينها صيغياً

الاسم العلمي عدد الأنواع معلومات أصافية

الطحالب الحمراء  
المحسورة  
لاواعية

هذا المخطط يبين كيف يُصنَّفُ البيولوجيون أشكال الحياة المختلفة على الأرض. هنالك خمس مجموعات رئيسية تدعى عوالم؛ والعوالم مُقسَّمة بدورها إلى وحدات أصغر. كلُّ مُتَعَصِّرٍ في المخطط مُصمَّمٌ بمعلوماتين أساسيتين عنه - أولاهما تُحدِّدُ مجموعة الأحياء التي ينتمي إليها، والثانية تُبين الكائنات الحية الأخرى الأقرب إليه في عملية التطور.

<p><b>الفلطريات</b></p> <p>الفلطريات تمتص غذاءها مما تُحَصِّره النباتات والحيوانات. هنالك ما يزيد على ١٠٠٠٠ نوع، الكثير منها مشهري.</p> <p><b>المطوِّز المُحاطية</b></p> <p>١٠٠٠٠</p> <p><b>المطوِّز الحشوي</b></p> <p>١٠٠٠٠٠</p>	<p><b>الأوليات</b></p> <p>هذا العالم يشمل المتعضيات الاحادية الخلية، وفيه حوال ٥٠٠٠٠ نوع يعيش معظمها في الماء.</p> <p><b>المتعضيات</b></p> <p>١٠٠٠٠</p> <p><b>المشطوريات</b></p> <p>١٠٠٠٠٠</p> <p><b>المبيبات</b></p> <p>١٠٠٠٠</p>	<p><b>بدائيات النوى (المونيرا)</b></p> <p>هذا العالم يشمل أبسط أشكال الحياة على الأرض، وفيه أكثر من ٤٠٠٠ نوع.</p> <p><b>البكتيريا</b></p> <p>٢٠٠٠</p> <p><b>الطحالب الخضراء المزرقة</b></p> <p>٢٠٠٠</p>
---	--	---

**النباتات** يحوي عالم النبات أكثر من ٤٠٠٠٠٠ نوع من المتعضيات التي تُحلل غذاءها مُستخدمة ضوء الشمس، بالإضافة إلى بعض الأنواع التي هضمت تلك القدرة نالاً السبات لأشعة بدائيات، لكنها تسبل وتكاثر.

<p><b>الطحالب الحمراء</b></p> <p>الطحالب الحمراء</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب الخضراء</b></p> <p>الطحالب الخضراء</p> <p>٤٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب البنية</b></p> <p>الطحالب البنية</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب الزرقاء</b></p> <p>الطحالب الزرقاء</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>
<p><b>الطحالب البنية</b></p> <p>الطحالب البنية</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب الزرقاء</b></p> <p>الطحالب الزرقاء</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب البنية</b></p> <p>الطحالب البنية</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>	<p><b>الطحالب الزرقاء</b></p> <p>الطحالب الزرقاء</p> <p>٢٠٠٠</p> <p>لاواعية</p>

<p><b>النباتات الزهرية (الزهرية)</b> يؤخذ أكثر من ٢٥٠٠ نوع من النباتات الزهرية، وهي كلها وعائية وتنتج ثمراتاً الزهرية، كالحبوب، تتألف زهرتها من أجزاء مُنفصلة مُتجانسة إرتب حول شويق الزهرة أما الزهرات الأكثر أرتقاء، كالقنعة.</p>	<p><b>أحاديات الفلقة</b> ثمرتها ذات فلقة واحدة، وأوراقها مُتوازية التفرع وأجزاء الزهرة ثلاثية أو مصاعف للعدد ٣ وهي قُلَّة تكوّن حشوية.</p>
<p><b>دوات الفلقين</b> ثمرتها ذات فلقين، وأوراقها شبيهة التفرع أقسامها الزهرية رباعية أو خماسية أو مصاعف لعدد ٢ في العالب. والكثير من أنواعها حشوية الحذع هنالك ما يزيد على ٢٥٠٠ فصيلة من دوات الفلقين تُنتج بعض أشهرها صمغاً في العالب.</p>	<p><b>أحاديات الفلقة</b> ثمرتها ذات فلقة واحدة، وأوراقها مُتوازية التفرع وأجزاء الزهرة ثلاثية أو مصاعف للعدد ٣ وهي قُلَّة تكوّن حشوية.</p>



## الحيوانات

عالم الحيوان يحوي متعصبات تختفي بالمدائن أو الحيوانات لأخرى، أو سقايها. معظم الحيوانات يستضيء التقل من

مكار إلى آخر، لكن بعضها يقضي حياته البالغة في مكان واحد هناك ما بين ١ إلى ٢٠ مليون نوع من الحيوانات

اللافقاريات هذه الفئة تشمل جميع الحيوانات التي ليس لها عمود فقري، وتنضم أكثر من تسعة عشر جميع أنواع الحيوان الكثير من اللافقاريات رحو الحشم يعين في

الماء أو في الموطن المينى الرطبة وتعد تسعة المصنعات بأنها حققت نجاح متميزا في الماء وعلى البر

### اليداريات (الاسماك)

اليداريات  
٩٥  
بحرية عامة  
المرحبات  
قنديل البحر  
الشقائق البحرية  
الغذارات (الهيدرا)



### المسطحات

الدندان  
٩٥  
المسطحات الخرجة العيش  
الذباب المنقة  
النمريات



### الرخويات

الرخويات  
٩٥  
مسة ورمه  
الحيوانات  
الراق والفراغ  
الطليوس والممار المروحي  
الصديقات النسنة  
الأخطوطات والمبارات  
والسيدات



### الحلقيات

الحلقيات  
٩٥  
الدندان الخلفه  
٩٥  
ماتة ورمه  
الحراطين والفريقات  
الحمره  
العلق  
الذباب القوية وديان  
بحرية أخرى



### الشوكيات

الشوكيات  
٩٥  
شوكيات الحله  
٩٥  
بحرية  
الحيات القصة  
قائد البحر  
خيار البحر  
محم البحر  
رماق البحر والحيات  
الريشة



### شعب صلبة

شعب صلبة  
٩٥  
بسببات وذوار  
والجسميات  
الأمشاط البحرية  
الدوائر  
جوديات الخرطوم (النمريات)



### الإسفنجيات

الإسفنجيات  
٩٥  
بحرية عامة



### الديدان المسودة

الديدان المسودة  
٩٥  
بحرية عامة



### حيوانات حرارية

حيوانات حرارية  
٩٥  
بحرية عامة



### الحيات الأرضية

الحيات الأرضية  
٩٥  
بحرية عامة



### الغشريات

الغشريات  
٩٥  
بحرية عامة  
براغيث الماء  
حبر القار  
السرطانات والكر كندات  
قمل السمك  
البرنيل



### العنكبوتيات

العنكبوتيات  
٩٥  
بحرية عامة  
القطار  
العناكب  
الغزل  
العنكبوتات الحصادة



### الحشرات

الحشرات  
٩٥  
بحرية عامة  
نموتة عاك  
الغزل  
البق  
الذباب  
بسمكة لاصقة  
الخنفساء  
الذباب  
الذباب  
الذباب  
الذباب



الحلبيات هذه الشقة تحوي حيوانات ذات حنك عصبي وظهري جاسي يمتد على طول الجسم، ولها ٤٤٠٠٠ نوع كلها تقريبا مفارية (أي تحوي عمودا فقريا) أما شعبتنا

الرؤسحان والرؤسحان منحوي حنكاً جاسياً ذوما عمود فقري حقيقي.

### أسماك عديمة الفك

أسماك عديمة الفك  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



### أسماك غضروفية

أسماك غضروفية  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



### القرود

القرود  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



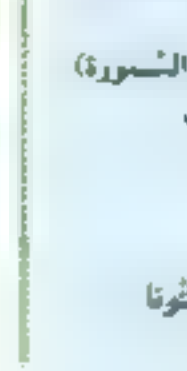
### أسماك عظمية

أسماك عظمية  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



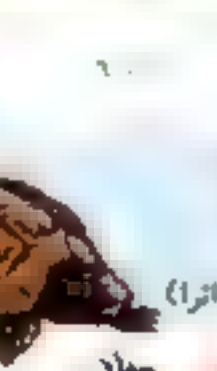
### الزواحف

الزواحف  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



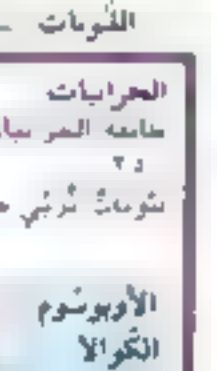
### الطيور

الطيور  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



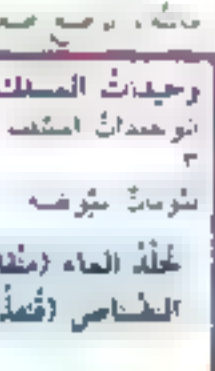
### الزواحف

الزواحف  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



### الزواحف

الزواحف  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



### الزواحف

الزواحف  
٩٥  
بحرية عامة  
الهسك



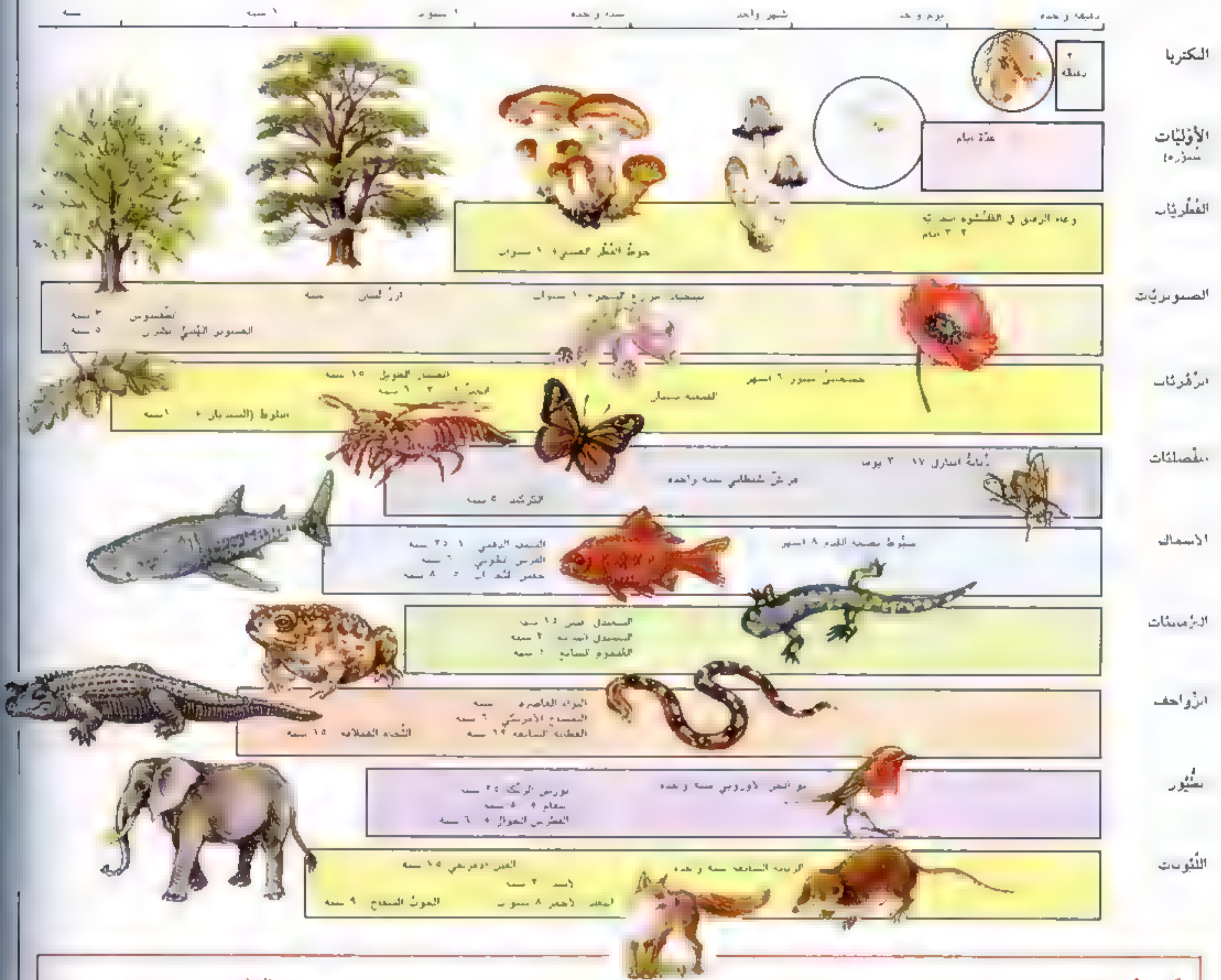


## الكائناتُ الحَيَّةُ - كَيْفَ تَعْمَلُ

مَدَى الأَعْمَارِ

يَرْتَبِطُ مَدَى الْعُمْرِ فِي مُعْظَمِ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ بِعَمَلِيَّةِ التَّكَاثُرِ؛ فَالْهَاتَانِ  
وَالْحَيَوَانَاتُ فِي مُعْظِمِهَا لَا تَعِشُّ طَوِيلًا بَعْدَ انْتِهَاءِ حَيَاتِهَا التَّاسِلَةِ وَفِيمَا يَلِي

مدى أعمار مختلف المنعصت أما انكسر والأوليات فتكثر عادة بالانقسام الثاني، فتبقى حلايتها أو بعضها حية بالرغم من الشيطاراتها.

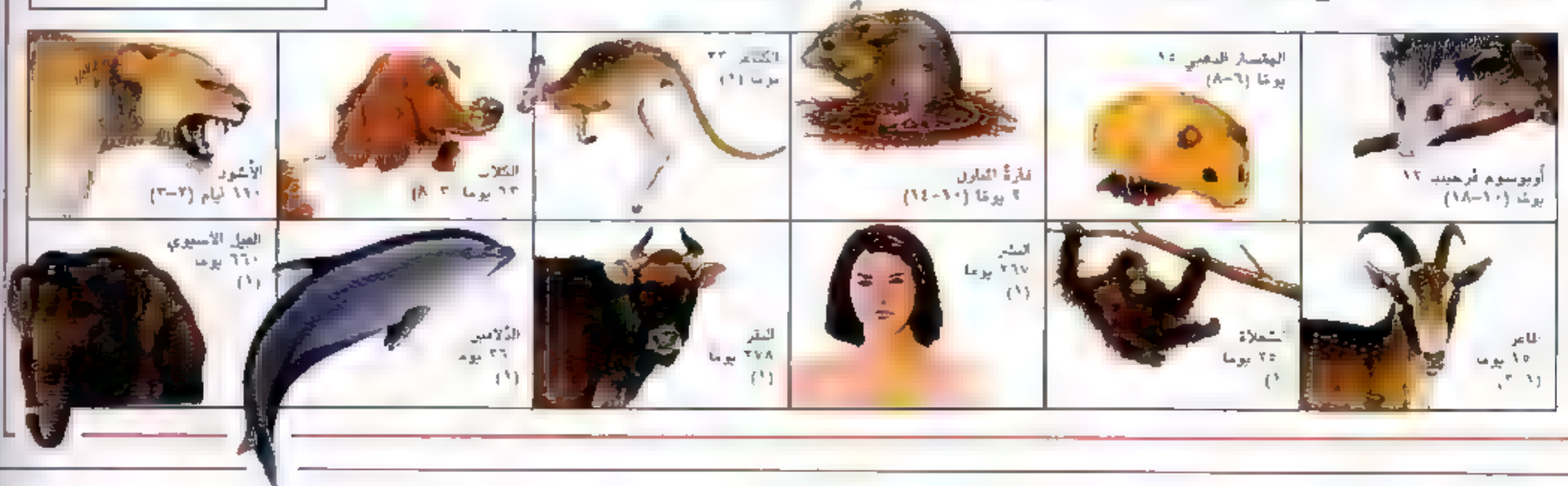


فَتَرَاتُ الْحَمْلِ

فترة الحمل هي الفترة الزمنية بين الإخصاب والولادة، وهي في معظم الثدييات محددة بدقة. والثدييات الصحفية على ما يكون فترات حملها طويلة مع بعض الاستثناءات، كما في الكاعر حيث فترة الحمل قصيرة جدًا.

الذبيحة

٦٧ برما في ٤ البحث  
٦٨ صغرى عدد الصغار

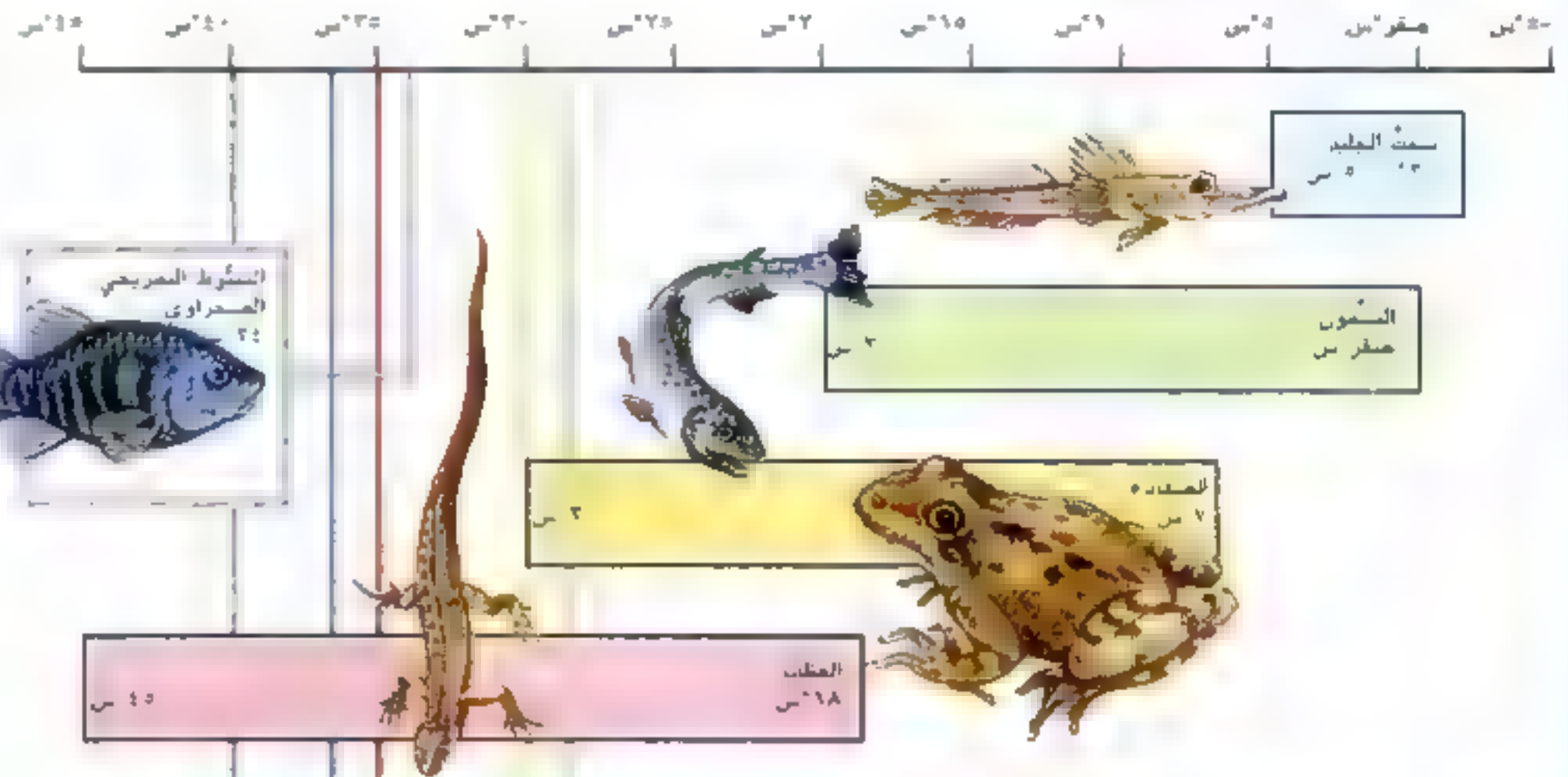




## دَرَجَةُ حرارة الجِسْم

المُضْطَلَّحان «حَارُّ الدَّم» و«مَارِدُ الدَّم» قد يكونان مُضَلَّلَيْن . فالشُّوْطُ الطَّرِيحِي الصَّحْرَاوِي «بَارِدُ الدَّم» كسائر الأسماك؛ لكنّه يَعِيشُ فِي السَّيَابِيعِ الْحَارَّةِ، وَدَمُهُ حَارٌّ فِي الْوَاقِعِ . فَبِمَا الْحَقَائِقُ الْمُسْتَكْنَى شِتَاءُ «حَارُّ الدَّم» لَكِنَّ دَرَجَةَ حَرَارَةِ جِسْمِهِ أَيْزِدُ بِكَثِيرٍ .

## حَيَوَانَاتٌ خَارِجِيَّةُ الْإِحْرَارِ (بَارِدَةُ الدَّم)



## حَيَوَانَاتٌ دَاخِلِيَّةُ الْإِحْرَارِ (حَارَّةُ الدَّم)



## مُعَدَّلَاتُ الْأَيْضِ (الِاسْتِقْلَابِ)

إِنَّ مُعَدَّلَ الْإِسْتِقْلَابِ لِأَيِّ حَيَوَانٍ هُوَ مُعَدَّلٌ مَا «يَحْرِقُهُ» مِنَ الْعِذَاءِ لِإِطْلَاقِ الطَّاقَةِ . فِيمَا يَلِي مُعَدَّلَاتُ الْأَيْضِ لِمَجْمُوعَةٍ مِنَ الْكُلُوبِ الْمَحَلَّةِ . بِالْمُقَارَنَةِ مَعَ مُعَدَّلِهِ فِي نَشْرِ الْكُلُوبِ نَصِغِيرُهُ يَسْمَى بِهَا حَرْقُ الْعِذَاءِ بِمُعَدَّلِ أَيْضٍ أَعْلَى بِالنَّسْبَةِ لِأَحْجَامِهَا - لِأَنَّ مِسَاحَةَ جِلْدِهَا الْكَبِيرَةَ نَشِيبٌ تَفْقِدُ أَجْسَامُهَا لِحَرَارَةِ بَشَرَةٍ

لِلْمُقَارَنَةِ يُبَيِّنُ الْمُحَقِّقُ سُرْعَةَ احْتِرَاقِ الْعِذَاءِ فِي الْحَيَوَانَاتِ لِكُلِّ وَخْدَةٍ وَزَنِ مِنْ أَجْسَامِهَا . بِافْتِرَاضِ الرِّقْمِ وَاجِدَ الْمُعَدَّلِ لِلْإِنْسَانِ .

الفيل ٢٢

الحصان ٢٢

الإنسان ١

الخروف ١

الكلب ١٥٧

الهر ٢٢١

الغزال ١٠١٤

شعاب ١٠٩

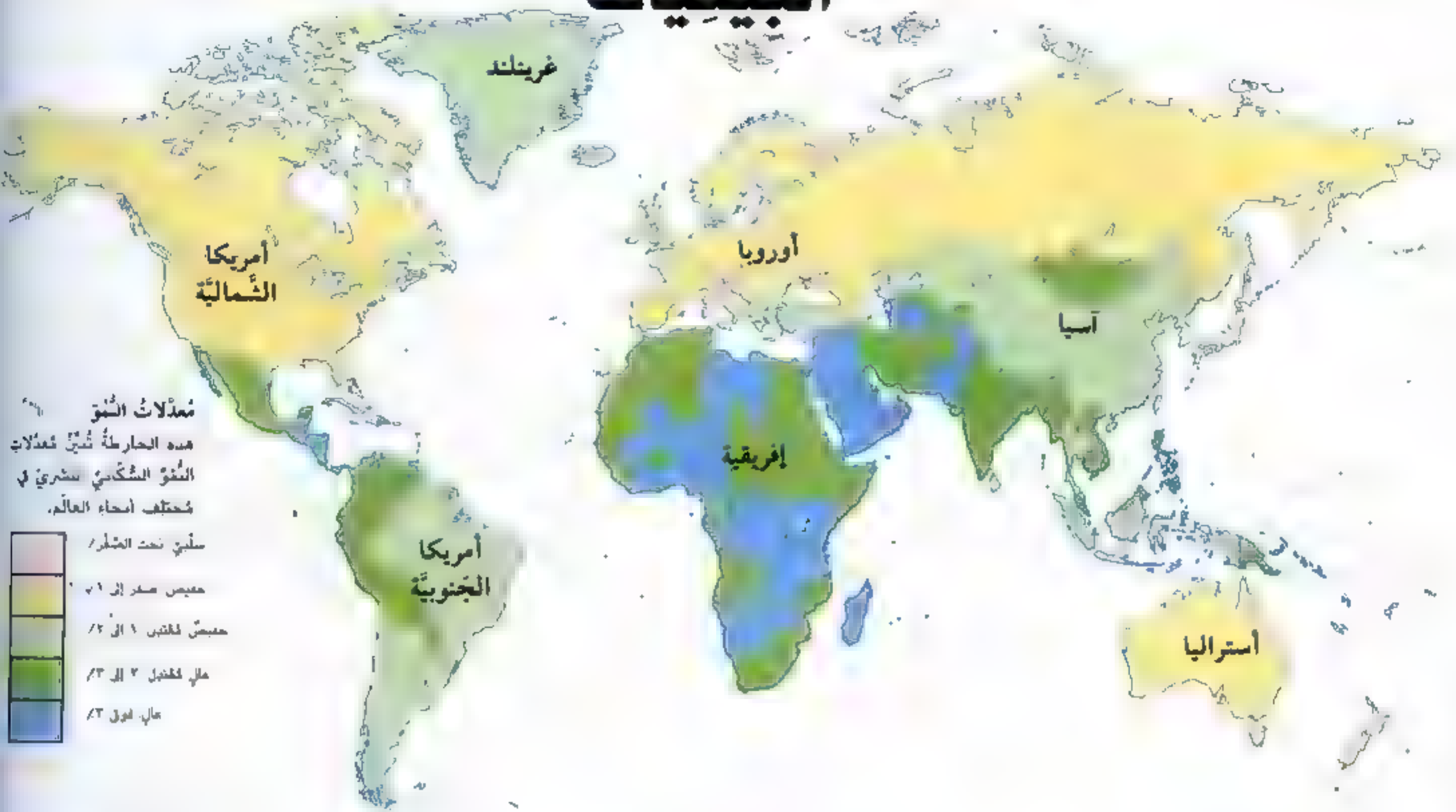
فرد الممر ٧٨٦

د. الحمار ١٢٩

الزباد ٣٥٢٤

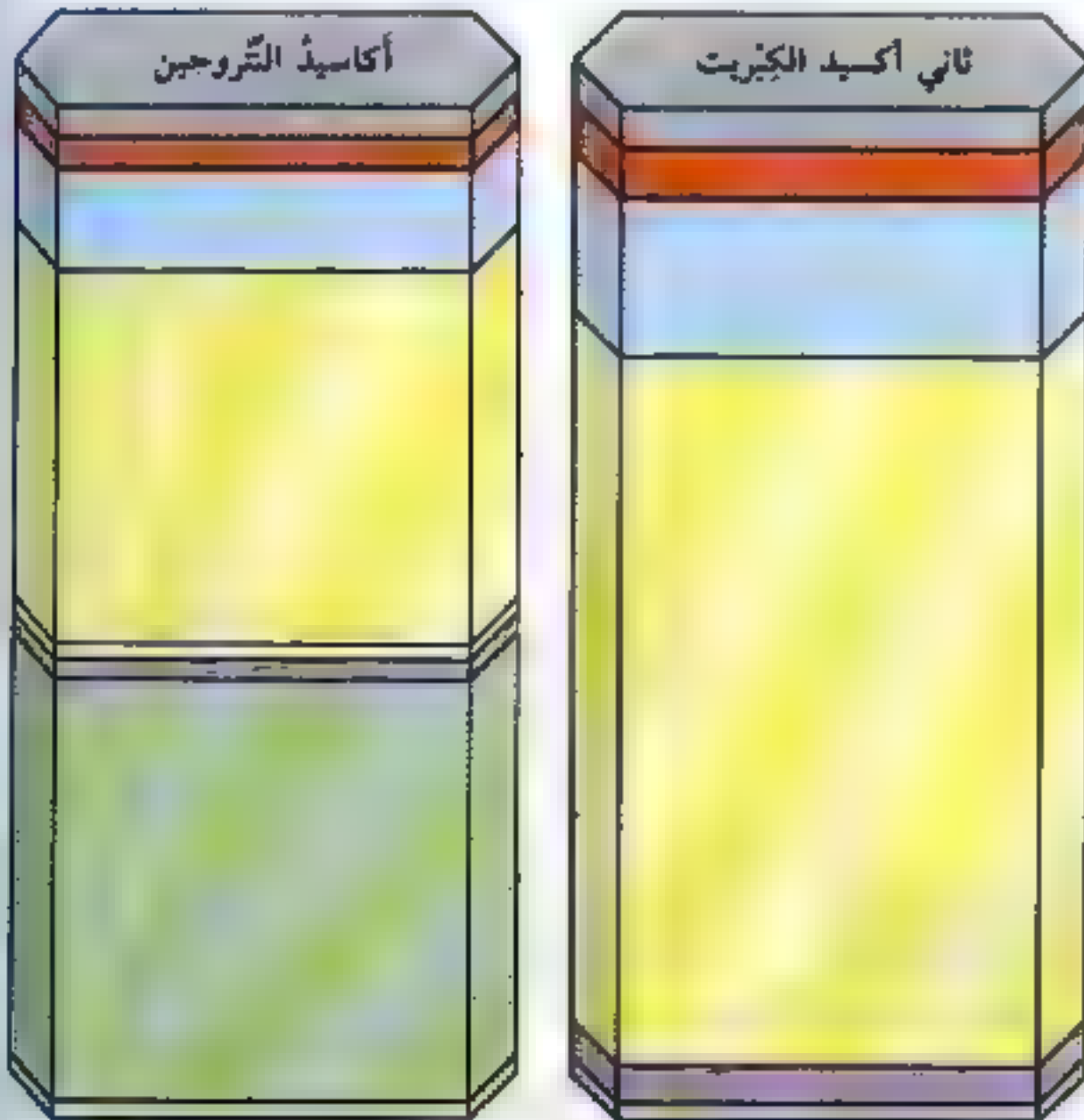


# البيئات



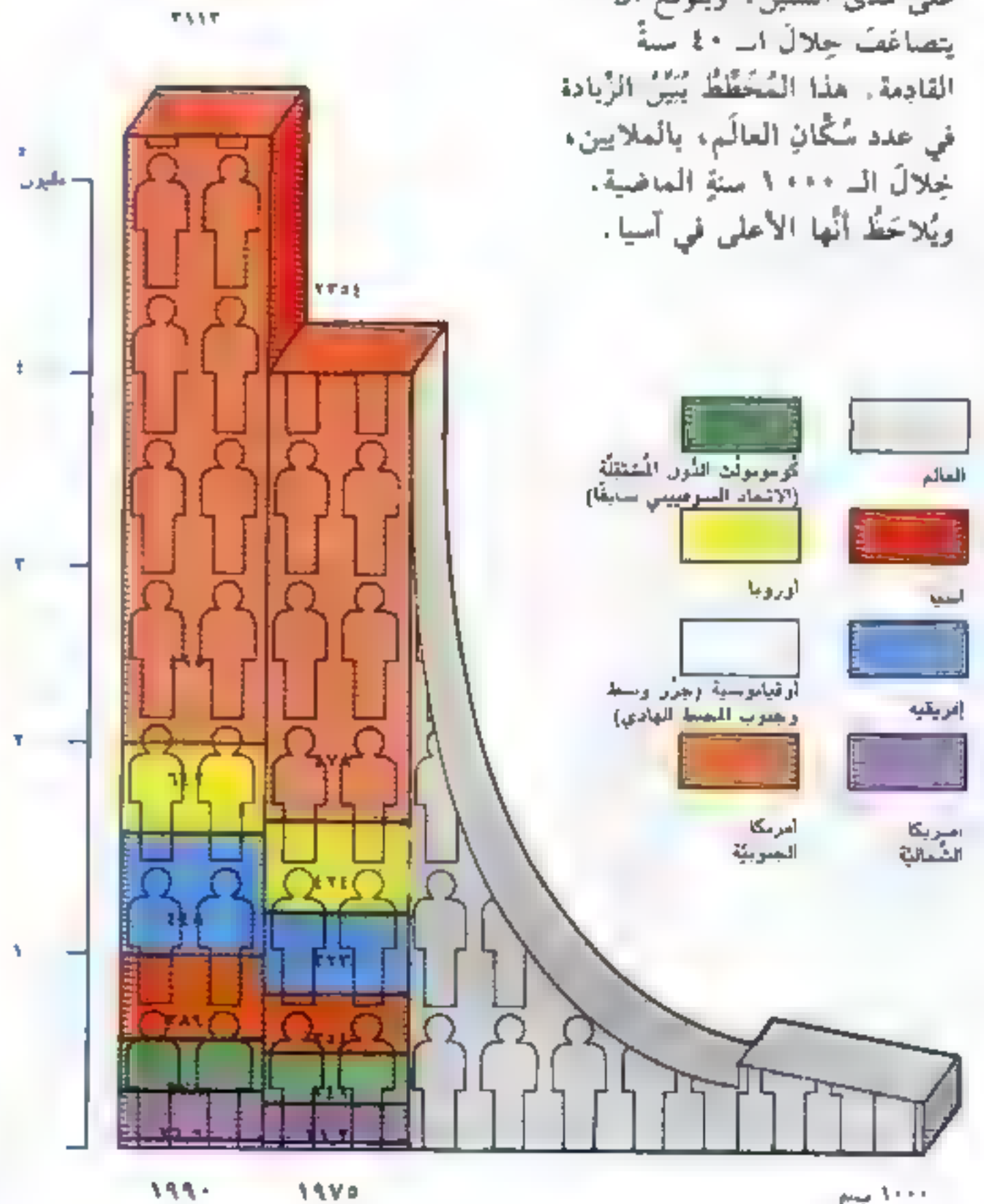
## التلوث

المطر الحامضي يلحق الضرر بالعادات والحياة البرية. وتُسبب هذا المطر غارات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد التروجين الناتجة عن احتراق الوقود المختلفة. هذه الغارات تلوث في قطرات الماء المعلقة في الهواء الرطب، ثم تتساقط مطرًا أو ثلجًا حامضيًا يلحق الضرر بالبيئة.

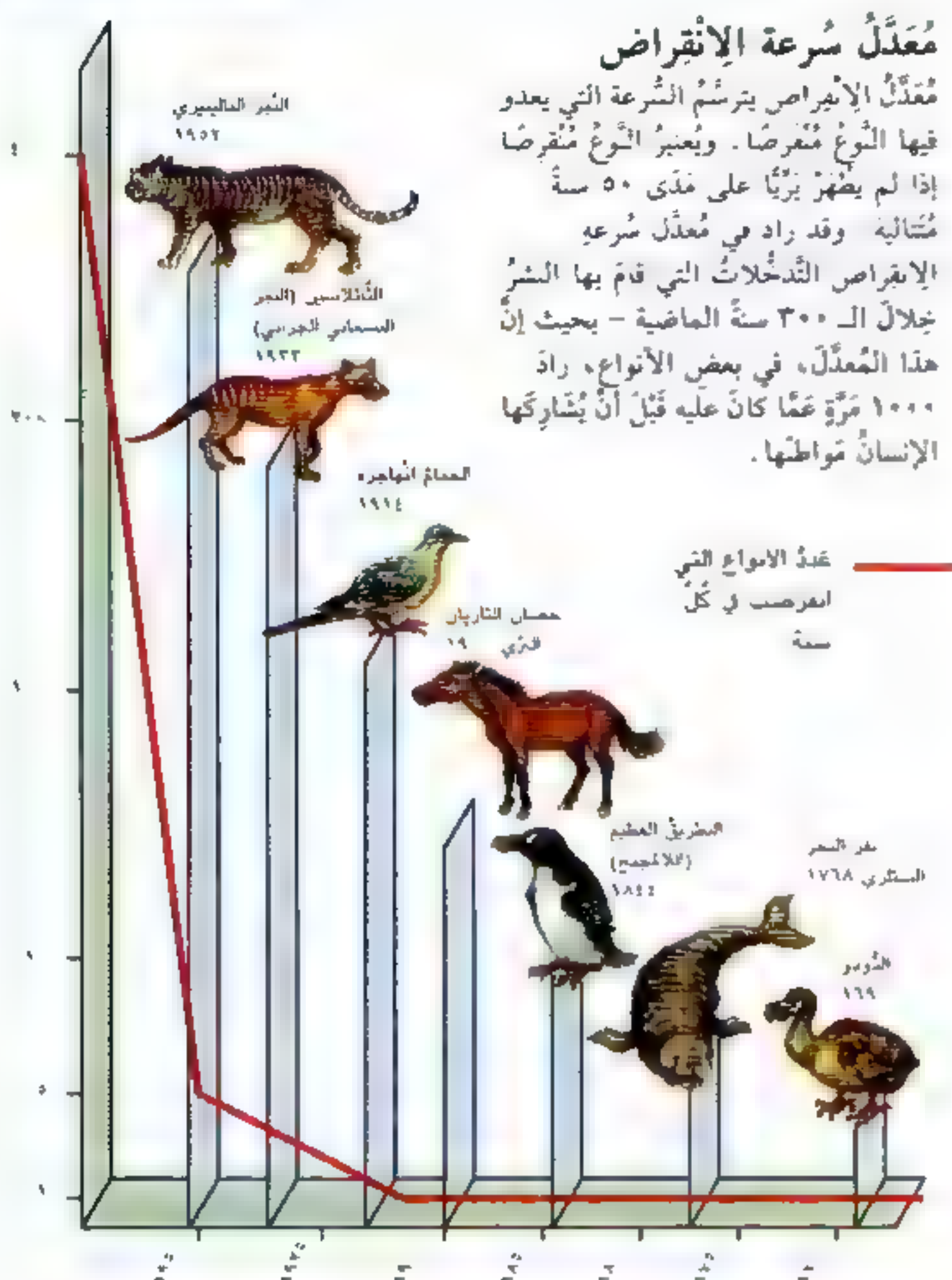


## النمو السكاني

لقد تزايد عدد سكان العالم ببطء على مدى السنين، ويتوقع أن يتضاعف خلال الـ ٤٠ سنة القادمة. هذا المخطط يبين الزيادة في عدد سكان العالم، بالملايين، خلال الـ ١٠٠٠ سنة الماضية. ويلاحظ أنها الأعلى في آسيا.







الأنواع المَهْددة بالانقراض  
كثير من أنواع الحيوان، كالأنواع المَيِّنة أدناه، مُهدِّد بالانقراض  
بسبب تدمير مواطنها الطبيعية والتلوث والصيد ومُنافسة الأنواع  
الحديثة من نبات أخرى

الحيوان	موطنه	العدد الباقية
الجاموس الآسيوي	الهند ونيبال	٢٢٠٠
الببغاء الأوروبي	بولونيا	حوالي ١٠٠٠
الغوريلا الجبلي	رواندا (إفريقية)	٦٠
الفقمة الزاهية المتوسطة	البحر الأبيض المتوسط	٥٠٠
الدلفين النهرى الصينى	الصين	٣
النمدا الجملاق	الصين	٣٠٠
الكركي الشهاق	أمريكا الشمالية	٢٠٠
سناس الطعيرين الذهبى	أمريكا الجنوبية	٢٠
الجنزير البري القرم	إثام (بالمهد)	١٠٠
الكركدو الجاوى	جاوا (إندونيسيا)	٥٠
نمعة ككانو	نيوزيلندا	٥

مَسَالِكُ الْهَجْرَةِ وَمَدَاهَا

في أوقات مُحدَّدة من السنة، تتقلَّب بعض الحيوانات من منطقة إلى أخرى - ويُعرف هذا بالهجرة - وفيما يلي مُعدَّل المسافات التي تقطعها هذه الحيوانات في هجراتها.





# تعريفات \*



\* الكميات المطبوعة بحروف مثل برز في مداخل مستقلة في هذا المسرد

انتشار لزموستي: أنظر «تأشع»  
الانتقاء الطبيعي: أنظر «الانتخاب الاصطناعي»  
انتقاص: أيض هضمي: سلسلة تفاعلات كيميائية تمكّن الخرباب الكبيرة في الكائنات حدة إلى خرباب أصغر وهذا ينتج طاقة (catabolism)  
انتقال (النسج): تحوّل أو انتقال الموانع في أجزاء النبات (translocation)  
انفراستيت: معدن صلب نقي يحترق دوماً لهب أو نحاس تقريباً (anthracite)  
انحل - ينحل: يتحلّل أو يتحلّل بفعل الحالات الخسوية (decompose)  
الانحلال: أنظر «نحل»  
اندثار أنظر «نقار»  
انديستيت: صخر بركاني بني أو رمادي دقيق الحبيبات (andesite)  
انديماج نووي: تفاعل نووي تدمج فيه النوى الخفيفة (كالهيدروجين مثلا) لتكون نواة أثقل ومطلقة طاقة (nuclear fusion)  
انديوسپرم: شويعة البزرة: نسيج احتزان الغذاء في البزرة (endosperm)  
الانزياح الأحمر: انزياح الضوء (نحو الطرف الأحمر لطيف) من مجرم تتحرّك بعيداً عن الأرض (red shift)  
الانزيم: حفّاز في انكساب الحية يزيد من سرعة لتفاعلات في عمليات كيميائية خفيفة (enzyme)  
انفطار نووي: تفاعل نووي يشطر فيه نواة نوى بوزن أصغر لطيفة طاقة (nuclear fission)  
انضغاط (١): تضاعف (في الأمواج الطولية كالصوت) يزيد من الضغط وكثافة الجزيئات (compression)  
(٢) انضغاط يزيد من كثافة المائع (compression)  
انعراج: انحراف. انشاز الأمواج توشفاً عند مرورها شقّب صند (diffraction)  
انعكاس: ارتداد الضوء أو الحرارة أو الصوت عن سطح صاف (reflection)  
انعكاس داخلي: انعكاس بعض الضوء من حزمة أشعة ضوئية مارّة من وسط كثيف (كالكراجل) إلى وسط أقل كثافة (كالماء) (internal reflection)  
انعكاس قطبي: انعكاس اتجاه المجال المغنطيسي الأرضي (polar reversal)  
انعكاس مرآوي: انعكاس يزيد فيه أمواج الضوء عن السطح العاكس بالزاوية نفسها التي تسقط فيه (specular reflection)  
الانفجار العظيم: نظريته معادها أن الكون ابتدا بانفجار هائل فضاء ويحتضن أن جزيء الكون لا تزال في تفاعل بسبب ذلك الانفجار (Big Bang)  
انقراض: اندثار: موت جميع الأفراد من كائن حي (extinction)  
انقسام الخلية: عملية تنشط فيها خلية واحدة لتصبح خليةين (cell division)  
الانقسام اللغني: انقسام الخلية حيث تنقسم سواء شح حلتش، كل واحد منهم بحوي بعدد نفسه من انصبغيات (الكروموسومات) كدخلة الأم (mitosis)  
انقسام متخالف: انقسام الخلية الذي ينتج أربعة امشاج (أعراس) في كل منها نصف عدد الكروموسومات (الصبغيات) الموجودة في الخلية الأصلية (meiosis)  
انكسار: تغير اتجاه الحزمة الضوئية عند مرورها من وسط إلى آخر تختلف الكثافة (مثلاً من الهواء إلى الزجاج) (refraction)  
أنود: مصعد: إلكتروود موجب (anode)  
أنودة: معصية جسم فلزي مغطى أكسيديه واقية رقيقة بالكهرب (anodizing)  
أنغون: شاردة سالبة أيون سبب الشحنة الكهربائية (anion)  
اهتزاز: ذنبية: حركة مركبة سريعة (دهات وإيذا)، مثلاً الزلزال تجعل سطح الأرض يهتز، والصوت يجعل الهواء يهتز (أو يندذب) (vibration)  
أورون: نظير للأكسجين يوجد في طبقات الجو العليا حيث يوافم طبقة لأورون يحوي شريّة لأورون ثلاث ذرات من الأكسجين (ozone)  
أوم (Ω): وحدة المقاومة الكهربائية (يساوي مقاومه موصل يترد به أمبير واحد حيز فرق الجهد بين طرفيه فلف واحد) (ohm)  
أويل: أنظر «هوتون»  
ليشومار: خط تساوي الضغط: خط على خريطة الطقس يصل النقاط المتساوية ضغط الهواء (الضغط الجوي) (isobar)  
ليشومير: زمير: فصاعب: شريكت هائل لأخر في التركيب (يحوي النوايز نفسها) لكن بترتيب ذرات مختلف (isomer)  
ليض بنائي: مستقلات بنائي: سلسلة من التفاعلات الكيميائية انكساب احدة نشي خريبات كيرة من أحر صغيرة (anabolism)

المادة يصحبه لبعث الإشعاع (radioactivity)  
أشعة إكس: الأشعة السينية: شرب من الإشعاع الكهرمغنطيسي أمواج أصغر من لاشعاع فوق البنفسجي (بربذده أكثر) (X-rays)  
أشعة جاما: نوع من الإشعاع الكهرمغنطيسي أمواله الموجية قصيرة جداً (gamma rays)  
الأشعة السينية: أنظر أشعة إكس  
إصدا: ترجيع الصدى: ثلث الصدى السامع قبل انتهاء الصوت الأصلي (فيبدو أن الصوت استمر لفترة أطول) (reverberation)  
أطراف: أنظر «ضف»  
إعادة التدوير: إعادة استخدام الثيابات (بعد فعاليتها) لومير الوارد والمادة (recycling)  
إعصار: زوبعة: منطقة ضغط منخفض تسودها رياح شديدة تبلغ سرعتها ١٢٠ كم/الساعة تدوم باتجاه مسد لحرقة عقرب الساعة في نصف الكرة الشمالي (وعكس ذلك في نصف الجنوبي) (cyclone)  
إعصار مداري: عاصفة دوامية مدارية هائلة تزيد سرعة الرياح فيها على ١٢ كيلومتراً في الساعة (hurricane)  
إعصار مائي نووي: عود مائي يسقطه توربائو (إعصار مائس) (waterspout)  
إعصار مداري مائس: أنظر «إعصار»  
إعصار فضائي: أنظر «صيد الأعصار»  
إف إم: أنظر «تصميم التردد»  
إفراز: إطلاق (أو إطلاق) مواد معينة من خلايا النبات والحيوان (secretion)  
إفراغ: إفراة الفضلات بمختلف الوسائل التي تقوم بها المتمصيات (excretion)  
أكسدة: تأكسد: أكسبات المادة أكسجين أو علفها الهيدروجين أو مقدار البرة إلكترونات في بعض كيميائي (oxidation)  
إكشوشفير، الغلاف (الجوي) الخارجي: الغر، الخارجي الأقصى من جو الأرض (حوالي ٩٠٠ كيلومتر فوق سطح الأرض) (exosphere)  
أكسيد: شريكت من عنصر مع الأكسجين (oxide)  
إكليل، ظفاوق، هالة: طبقة الغارات الساطعة الخارجيه المحيطة بالشمس (corona)  
التصاق، تلاصق: قوة التماسك بين ذرات أو خرباب مادتين متحلين (adhesion)  
إلكتروود، منري، قطب: قطعة من المعدن أو الكربون تعلق أو تعلق الإلكترونات في داره كهربائية (electrode)  
إلكتروسكوب، مكشاف كهربائي: جهاز يكشف عن وجود شحنة كهربائية (electroscope)  
إلكتروليت: أنظر «كهر»  
إلكترون، كهرية: جسم سالب الشحنة الكهربائية يدور حول النواة في كل أنواع الذرات (electron)  
أمبير: وحدة قياس شدة التيار الكهربائي (ampere «amp»)  
امشاج: أنظر «مبيج»  
أمتري: جهاز ماسر شدة التيار الكهربائي (ammeter)  
إنساناني: فرد من فصيلة الرئيسات الشبيهة بالبشر ومنها الإنسان والقرود العليا (hominid)  
إنتاش: المراحل الأولى من مؤ النورة (لتصبح نبتة) (germination)  
الانتخاب الاصطناعي: انتقاء تمكّن الإنسان من تغيير التركيب الحيوي لبوه صغير من الكائنات (artificial selection) (فار، انسحاب طبيعي)  
الانتخاب الطبيعي: طريقة الانسحاب بحيث أن الخصائص التي تساعد النوع على الماء، تؤرث إلى الجيل التالي (natural selection)  
انتشار: إمتزاج مادتين أو أكثر بفعل الحركة العشوائية للجزيئات (diffusion)

آء لابة قتلية: لابة تركبته حشرة السطح (a a)  
أكل الغشيب: أنظر «عشب»  
أكل اللحم: أنظر «لاحم»  
إشكال أنظر حدة كيمائي  
إبصار بالعينين: قدرة بعض حيوانات على رؤية لأجسام محشمة ثلاثية الأبعاد ونسالي بتغير المسافات (binocular vision)  
التران: أنظر «مور»  
أجاج: مخلوط منجوي قوي (brine)  
أجيج شمسي: شدة أو اندلاع إشعاعي يعبر عن مدحر من الشمس (solar flare)  
أحادى البذقة: نبات رمري شعرة البذقة (مفردة ورقة الزهرة) (monocotyledon)  
احتراق: تفاعل كيميائي يتحد فيه المادّة بالأكسجين فتتحرر طاقة حرارته (combustion)  
احتكاك: قوة تُبطئ أو تُوقِف حركة سطح على آخر (friction)  
أحفورة: شتخيرة: بقايا نبات أو حيوان متفجرة (fossil)  
اختزال: اكتساب المادة الهيدروجين أو فقدانها الأكسجين وتوسفاً من اكتساب البرة إلكترونات في تفاعل كيمائي (reduction)  
اختلاف المنظر: تحوّل الأجسام ظاهرياً، بعضها بالنسبة لبعض، معبر موقع المشاهد، كتحوّل الأشجار القريبة ظاهرياً بالنسبة لنبال حلقها خلال حركتها (parallax)  
اختصار: تخمير: عملية تحويل (أو تحوّل) الشكرات المباشرة إلى كحول وثاني أكسيد الكربون بواسطة الخمائر (fermentation)  
إخصاب: اتحاد لاشعاع (الأعراس) الذكرية بالامشاج الأنثوية (fertilization)  
إخصاب تهجين: إخصاب (أو الدح) نبات مامش (أو أعراس) من نوع سائي آخر (cross-fertilization)  
إندماج: أنظر «مضج»  
أدمة: طبقة تحية من النسيج الجلدي تحت البشرة (dermis)  
أدمة خارجية: أنظر «بشرة»  
ارتاج: لحاق جبهة باردة بأخرى دعة (occlusion)  
ارتحال: أنظر «مجرة»  
ارتشاج: أنظر «شج»  
إزاحة: تفاعل كيمائي يسبد فيه أيون أو ذرة في خريه بأهوي أو ذرة أخرى (displacement)  
إزالة الملوحة، تكلية: إزالة الملح من ماء البحر (desalination)  
الأس الهيدروجيني: أنظر «هـ»  
استقبال: استقبال داخلي: وسائل الحيوان يحفظ بيته الداخلية (درجة الحرارة وضغط الدم والأس الهيدروجيني لوسائل الجسم الخ) مستقرة (homeostasis)  
استحالة: أنظر «تحوّل»  
استراتيجرافية، علم طبقات الأرض: دراسة وتوصيف الطبقات الصخرية (stratigraphy)  
إستشراب: طريقة فصل المريج بإمراره خلال وسط خمتن - كورقة ترشيح مثلاً أجزاء المريج المتلعة تسري عبر الوسط بسرعات مختلفة، أو هو طريقة بفصل قريج من الماديات بامتشارهاا المتباين خلال وسط شصامي (chromatography)  
استقرار داخلي: أنظر «استسباب»  
استقلاب بنائي: أنظر «أيض سائي»  
أشابة: حبيب من فلزير و أكثر، أو من بليز ولاملز (alloy)  
إشعاع: أنظر «تشنع»  
إشراق كهربائي، زحلان كهربائي: فصل الجسيمات المشحونة في مريج (electrophoresis)  
إشعاع (١) موجة كهرمغنطيسية (radiation)  
(٢) تيار من الجسيمات انبعثت من مصدر ذي شحاش إشعاعي (radiation)  
(أنظر أيضاً: نصف كهرمغنطيسي)  
إشعاع الخلفية (١) إشعاع خفيث الشدة تبعثه مواد مشعة داخل لأرض وخواليها (background radiation)  
(٢) إشعاع فضائي ضغري الأمواج لفلة من بقايا الانفجار العظيم (background radiation)  
إشعاع دون الأحمر: نمط الإشعاع الكهرمغنطيسي الذي يتبعته لأحد لاحة (infrared radiation)  
الإشعاعية، الفاعلية أو النشاط الإشعاعي: تمكّن النوى في ذرات







تَبَارُجُ نَفَاقَاتٍ: تَبَارُجُ هَوَائِيٍّ قُوَّةٍ يَدُوُّ حَوْلَ الْأَرْضِ (مَعَارِضُ حُطُوطٍ تَسَاوِي الضَّغْطِ) عَلَى ارْتِدَاعِ قَرَابَةِ ٦ كِيلُومِتَرٍ مِنْ سَطْحِهَا (jet stream)

تَيْفُون: (عَصَافٌ تَدَارِيٌّ فِي لُحَيْطِ الْهَادِي، typhoon)

## ث

الثَّابِتُ الشَّمْسِيُّ: كَمِيَّةُ الطَّاقَةِ الْحَرَارِيَّةِ مِنَ الشَّمْسِ السَّاقِطَةِ عَلَى مِسَاحَةٍ مُعَيَّنَةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ (حَوْلَى ١٣٤٠.٠ جُول/سَم² فِي ثَابِتِهِ - خَارِجُ الْجَزْءِ) (solar constant)

ثَلَاثُ مُنْفَعَاتٍ الْأَدِينُوسِينَ: ثَرْكُوكٌ كِيمَاوِيٌّ يَخْتَرِقُ الطَّاقَةَ فِي خَلَايَا الْمَسَارِدِ وَالْحَيَوَانَاتِ (ATP)

ثَانِي مُنْفَعَاتٍ الْأَدِينُوسِينَ: ثَرْكُوكٌ يَنْتُجُ عِنْدَمَا نَعْدُو دَانَتْ مُنْفَعَاتٍ لِأَدِينُوسِينَ مَدْفَعَةً (ADP)

تَرْمِسْتُور، مُقَاوِمٌ خَرَارِي: مُقَاوِمٌ كَهْرَبَائِيٌّ تَتَغَيَّرُ مُقَاوِمَتُهُ بِتَغْيِيرِ دَرَجَةِ حَرَرِهِ. (thermistor)

تَرْمُوسْفِير، الْغِلَافُ الْحَرَارِي: الْقِسْمُ مِنَ جُذْءِ الْأَرْضِ بَيْنَ الْمِيْرُوسْفِيرِ (الْغِلَافُ الْمُتَوَسِّطُ) وَالْإِكْسُوسْفِيرِ (الْغِلَافُ الْخَارِجِي). (thermosphere)

ثَغِيرَةٌ، قُوَّتُهُ مُنْفَعَةٌ دَقِيقَةٌ فِي وَرْقَةٍ أَوْ سَاقٍ لِلْمِثَالِ بِعَرِّ مِثَالِهَا ثَغِيرَةُ الْمَاءِ وَالْعَرَارِ (stoma)

ثَقْبٌ أَسْوَدٌ: جَرْمٌ عَالِي الْكثَافَةِ جَدًّا فِي الْفَصَاءِ - جَازِبِيَّتُهُ مِنَ الشَّدَةِ بِحَيْثُ يَجْذِبُ أَيَّ شَيْءٍ خَدَالِيٍّ حَتَّى الْضَوْءِ - لَهَا يَبْدُو أَسْوَدٌ. (black hole)

ثَقْلٌ: أَنْظَرُ «وَرْنٌ».

## ج

جاذبيَّة (١) قُوَّةٌ تَجَذُّبُ بَيْنَ كُتْلَتَيْنِ. (gravity)

(٢) جاذبيَّةُ الْأَرْضِ الَّتِي تَشُدُّ إِلَيْهَا كُلَّ الْأَجْسَامِ مُتَكَبِّئَةً ثَقَالَةً أَوْ وَرْنًا. (gravity)

جَنْهَةٌ: مُنْقَطِعٌ كُتْلَةٌ قَائِمَةٌ مِنَ الْهَوَاءِ الْبَارِدِ أَوْ السَّاجِسِ. (front)

جَبِيَّةُ الْيَخْضُورِ: إِحْدَى جُزْئِيَّاتٍ دَقِيقَةٍ فِي خَلَايَا النِّسَارَاتِ الْحَمْرَاءِ لِحُدُودِ الْيَخْضُورِ (الْكُلُورُوفِيل). (chloroplast)

الْجَدْوَلُ الدَّوْرِي (لِلْمُعَاظَرِ): جَدْوَلٌ يَجْمَعُ الْفَاعِلَ ثَرْبِيَّةً عَسَبَ أَعْدَادِهَا الدَّوْرِيَّةِ (periodic table)

جَرْمُومٌ: عُنْقِيٌّ جَهْرِيٌّ أَحَادِيٌّ الْخَلِيَّةِ. وَهُوَ وَاحِدُ الْخَرَائِيمِ أَوْ الْبِكْتِيرِيَا (bacterium «pl. bacteria»)

جَزْسٌ، طَابِعُ الصَّوْتِ: نَوْعٌ مِنَ الصَّوْتِ الْمَوْسِقِيِّ (timbre)

جَزْمٌ سَمَاوِيٌّ، جَرْمٌ فَلَكَئِيٌّ: جِسْمٌ طَبِيعِيٌّ فِي الْفَصَاءِ كَالنَّجْمِ أَوْ الْكَوْكَبِ (celestial body)

جَزْزِيٌّ، أَصْغَرُ وَاحِدٍ مِنَ الْغُسْطِ أَوْ ثَرْكُوكٌ مُتَوَاحِدٌ مُسْتَقِلٌّ، وَيَسَاقُ الْفَرْدِيٌّ مِنْ دَرَجَةٍ عَلَى الْأَقْلِ (molecule)

جُزْيَةٌ غَرَامِيٌّ: أَنْظَرُ «فَوْسٌ».

جِسْمٌ مُضَادٌّ، مُضَادٌّ بَرَزِيٌّ فِي الدَّمِ يَبْقَى الْجِسْمُ بِمُكَافَأَةِ الْأَجْسَامِ الْغَرَسَةِ كَالْبِكْتِيرِيَا وَتَغْيِرُوسَاتِ (antibody)

جُزْئِيٌّ، دَقِيقَةٌ (أَوْ جُزْئِيَّةٌ صَغِيرَةٌ جَدًّا) مِنَ الْمَادَّةِ (particle)

جُزْئِيٌّ دُونَ الذَّوِي: جُزْئِيٌّ أَصْغَرُ مِنَ الذَّوِيَّةِ، كَالْإِيْرُوتُونِ أَوْ الْإِيْرُوتُونِ (subatomic particle)

جُزْئِيٌّ رِيْبِيٌّ: أَنْظَرُ «رِيْبَاةٌ».

جَفَافٌ، قَحْطٌ: أَجْسَامٌ لِمَرِّ لَفْزَةٍ طَوِيلَةٍ (drought)

جَفَفٌ - يُجَفَّفُ، يُجَفِّفُ: يُجَفِّفُ مَادَّةً تَمَاقًا مَرَّعًا أَمَّا، مِنْهَا (dessicate)

جَلِيدٌ أَسْوَدٌ، جَلِيدٌ مُنْقَطِعٌ رَقِيقٌ شَفَافٌ - بِخَاضِعَةٍ عَلَى سَطْحِ طَرِيقِ (black ice)

جَمَاعَةٌ، مَجْمُوعَةٌ (بَيْنِيَّةٌ): جَمَاعَةٌ مِنَ الْبَاشَرِ أَوْ الْحَيَوَانَاتِ تَعْمُرُ فِي الْمَوْقِعِ نَفْسِهِ (community)

الْجَمْلَةُ اللَّفْظِيَّةُ: شَكْلٌ مِنَ الْأَنْبِيَابِ وَالْأَعْضَاءِ الصَّغِيرَةِ تَحْوِلُ سَائِلَ الْكَلِمِ مِنَ خَلَايَا الْجِسْمِ إِلَى جُزْءِ الدَّمِ. (lymphatic system)

جَهَارَةٌ: مِقْيَاسٌ عَظِيمٌ أَوْ ارْتِفَاعٌ الصَّوْتِ. (volume)

جَهَازٌ تَرْشِيحٌ: أَنْظَرُ «مَرْشَحٌ».

جُهْدٌ، مَجْهُودٌ: قُوَّةٌ تُبْدَلُ أَوْ تُسَلِّطُ لِحُدُودٍ يَتَلَبَّى (effort)

جَوْ: طَبَقَةُ الْعَارَاتِ الْمُحِيطَةِ بِكَوْكَبِ. (atmosphere)

جُول: وَاحِدَةُ طَاقَةٍ (= وَاطٌ ثَانِيَّةٌ) (joule)

جِيْرُوسْكُوبٌ، بَوْصَلَةٌ دَوَّارَةٌ: دَوَّلَاتٌ مَرَّعٌ الدَّوْرَانِ يَبْطُلُ بِحُوزِهِ يُشِيرُ إِلَى الْإِتِّحَادِ نَفْسِهِ مَا دَامَ دَوَّارًا تُسْتَعْمَلُ الْبَوْصَلَةُ الْحَيْرُوسْكُوبِيَّةُ فِي مَلَاحَةِ الشَّمْسِ وَطَائِرَاتِ (gyroscope)

جِينَةٌ، مُوَرِّثَةٌ: جُرْءٌ مِنَ الْكُودُومُوسُومِ (الْضَمْنِيِّ) يَحْكُمُ فِي صَمُو مُعَيَّنٍ مِنْ صِيْدِ الْفَرْدِ. (gene)

الْجِيَوْمُورْفُولُوجِيَّةُ: دَرَاةٌ شَكْلِ الْأَرْضِ وَتَضَارِيْبِهَا وَتَطَوُّرِهَا. (geomorphology)

## ح

حَالَةٌ، أَنْظَرُ «مَرْمُورٌ».

حَالٌ أَوْ مُفَقِّدٌ نَفْصِيٌّ: مُتَعَمِّرٌ دَقِيقٌ كَالْمَكْتَرِيَا يُفَكِّكُ انْتِدَاءَ الْمَيِّتَةِ (decomposer)

حَامِضٌ، حَفْضٌ: ثَرْكُوكٌ يَحْوِي الْهَيْدُرُوجِيَّ يَتَحَلَّى فِي الْمَاءِ شَقَطِيَّ إِيُونِيَّ «نَهْدُرُوجِيٌّ» (acid)

الْحَامِضُ النَّوَوِيُّ الرِّيْبِيُّ الْمُتَقَوِّضُ الْأَكْسِجِينِ: أَنْظَرُ مَدَنٍ أ. حَتَّى، تَحَالُفٌ: نَاقِلٌ سَطْحِ الْأَرْضِ وَتَقَفُّهُ نَتِيجَةُ لِيْتَاثِرَاتِ الطَّقْسِ وَالْمَاءِ وَالْجَلِيدِ (erosion)

حَثٌّ (طَبِيعِيٌّ): إِجْتِنَاكُ السَّطْحِ بِفَعْلِ الصَّخُورِ الْحَمُولَةِ فِي الْجَلِيدِ أَوْ الْمَاءِ (corrasion)

حَثٌّ (كِيمَاوِيٌّ)، اِتِّكَالٌ: اِتِّكَالٌ سَطْحِ الْعِلْرِ كِيمَاوِيًّا (corrosion)

حَثٌّ، تَغْيِيرُص: تَوَلِيدُ تَبَارِجٍ كَهْرَبَائِيٍّ مَحَالٍ مِطْطَسِيٍّ مُتَعَمِّرٍ (induction)

حَجْمٌ: مَقْدَارُ الْحَيْزِ الَّتِي يَشْتَعْلُهُ الْمَادَّةُ أَوْ الْجِسْمُ. (volume)

الْحَرَارَةُ الْكَلِمَتِيَّةُ: الْحَرَارَةُ اللَّارِمَةُ لِتَحْوِيلِ الْجَامِدِ إِلَى سَائِلٍ أَوْ السَائِلِ إِلَى عَارٍ دُونَ مَعْمُرٍ فِي دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ (latent heat)

الْحَرَكَةُ الْبُرْوَانِيَّةُ، مَقْشَانِ: الْحَرَكَةُ الْعُشْوَانِيَّةُ لِلشَّيْءِ الدَّقِيقَةِ فِي سَائِلٍ أَوْ عَارٍ بِسَبَبِ مَصَادِمِ الْخُرْسَاتِ مَحْبُورَةٍ مِنْ بَعْضِ (Brownian movement)

حَقَافٌ: مَادَّةٌ كِيمَاوِيَّةٌ تُسَلِّطُ الْفَقَافَ الْكِيمَاوِيَّ بِوَسَائِعِهَا دُونَ أَنْ يَطْرَأَ عَلَيْهَا تَغْيِيرٌ فِي هَيْئَةِ التَّغَاوُلِ. هُوَ عَامِلٌ مُسَاعِدٌ لِمَا (catalyst)

حَقْرِيَّةٌ، أَنْظَرُ «أَحْمُورَةٌ».

حَلُولٌ حَيَوِيٌّ: أَنْظَرُ «دُرُوكٌ حَيَوِيٌّ».

خَمَّةٌ (ج. خَمَاتٌ) أَنْظَرُ «فَرُوسٌ».

خَمْرِيٌّ، أَنْظَرُ «قَبْرِيٌّ».

خَفْضٌ: أَنْظَرُ «حَامِصٌ».

الْحَفْلُ (الْحَرَارِي): اِتِّقَالُ الْحَرَارَةِ فِي مَائَةٍ بِوَسَائِعِهَا سَائِرَاتٍ دَاخِلِ الْمَائَةِ. (convection)

الْحِفْلُ الْأَخَرُ: الْمَغْتَاكُ (مِثْلًا سَائِلٌ فَضَائِيٌّ) الَّتِي تَحْمِلُهَا الْقَرَّةُ الْفَضَائِيَّةُ إِلَى الْفَصَاءِ. (payload)

خَفْوَ عَالَمِيٌّ: تَشَعُّرٌ جُزْءِ الْأَرْضِ بِتَأْثِيرِ ظَاهِرَةِ الدَّقِيقَاتِ (global warming)

خَوْصِلَةٌ خَبَلِيَّةٌ، كَيْسَةٌ خَبَلِيَّةٌ: حَتَّى لَاسَمَةً يَسْلُطُ مِنْهَا حَيْطٌ مُتَلَفٌ طَوِيلٌ كَمَا فِي شَعْبِ الْبَحْرِ (nematocyst)

خَوْصِلَةٌ رَوْنِيَّةٌ: إِحْدَى الْكَيْسَاتِ الْهَوَانِيَّةِ الدَّقِيقَةِ الْكَثِيرَةِ الْغَدَدِ فِي الرِّوَةِ (alveolus «pl. alveoli»)

خَيْدٌ - يُخَيِّدُ أَنْظَرُ «عَادِلٌ».

خَيْمِيٌّ: أَنْظَرُ «فِيَامِيٌّ».

خَيَوَانٌ فَلَكَئِيٌّ: أَنْظَرُ «مَعَارِيٌّ».

خَيَوَانٌ لِيْلِيٌّ الْفَشَاطِ: أَنْظَرُ «لَمَزٌ».

خَيْوَدٌ، أَنْظَرُ «عَرَاةٌ».

خَيْوَمٌ، سَلَامٌ يَسِيٌّ كَرِيٌّ مِثْلًا عَارَهُ مَدْرِيَّةٌ أَوْ صَحْرَاءٌ (biome)

خَيْوِيٌّ، التَّوَلَّدُ: تَشَكُّلُ الْمُنْعَمَلِ (biogenic)

خَيْمِيٌّ مَجْهَرِيٌّ: أَنْظَرُ «مُتَعَمِّرٌ مَجْهَرِيٌّ».

## خ

الْخَاضِعَةُ الشَّفْرَتِيَّةُ: أَنْظَرُ «شَفْرَتِيٌّ».

خَامٌ، وَكَانَ: صَدْرٌ طَبِيعِيٌّ يُمَكِّنُ اسْتِخْرَاجَ الْفَلَازِيِّ مِنْهُ (ore)

الْخَرَائِيْمَاتِ، عِلْمُ رَسْمِ الْخَرَائِيْمِ (cartography)

خَرْجٌ، مُخْرَجٌ: الْمَعْلُومَاتُ الْمُحْضَلَةُ مِنَ الْحَاسُوبِ (output)

الْخَرَائِيْمَاتِ، أَشْيَاءٌ مَصْنُوعَةٌ مِنَ الْخَرِيٍّ أَوْ الْخَرِيَّيِّ وَتُشَوِّبُ فِي «تُور» (ceramics)

خُسُوفٌ أَوْ مُسُوفٌ: حَقِيقٌ جَرْمٌ فَلَكَئِيٌّ يَبْطُلُ جَرْمٌ آخَرٌ (eclipse)

(أَنْظَرُ «مُسُوفٌ الْقَمَرُ» وَ «خُسُوفٌ الشَّمْسِ»)

خُسُوفٌ الْقَمَرُ: دُخُولُ الْقَمَرِ فِي ظِلِّ الْأَرْضِ فَلَا يُرَى. (lunar eclipse)

خَشْبِيٌّ، أَنْظَرُ «سِيَّجٌ حَسْبِيٌّ».

خَشْبِيٌّ، أَنْظَرُ «لُجْبِيٌّ».

خَضْبٌ، خَضَابٌ: مَادَّةٌ تُكْسِبُ الْوَارِدَ لَوْنًا (لَكِنَّا بِخِلَافِ الْضَمْنِ لَا يَرْتَدُّ مِنْهَا). (pigment)

خَطُّ الْاِسْتَوَاءِ: حَقٌّ وَهَمِيٌّ حَوْلَ وَسْطِ الْأَرْضِ مِنَ الْفُطُورِ الشَّمَالِيِّ وَالْجَنُوبِيِّ عَنِ يَمِينِ مُنَاسٍ مِنْ كِلَاهِمَا (Equator)

خَطُّ تَسَاوِيِ الرُّجْفَةِ (أَوْ الرُّزْزَلَةِ): حَقٌّ عَلَى خَرِيْطَةٍ يَصِلُ لِلْوَاقِعِ الَّتِي تُسَاوِئُ (أَوْ تَتَسَاوِئُ) فِيهَا رُجْفَةٌ أَوْ شَيْئَةٌ الرُّزْزَلِ (isoseism)

خَطُّ تَسَاوِيِ الضَّغْطِ: أَنْظَرُ «إِسْتِوَارٌ».

خَطُّ الطَّوْلِ، قَوْسٌ الطَّوْلِ: مِقْيَاسُ الْمَسَافَةِ حَوْلَ الْأَرْضِ بِالْدَّرَجَاتِ. خَطُّوطُ الطَّوْلِ فِي خَطِّطٍ (أَوَاقِيَّتٍ) وَهَمِيَّةٌ تُرْسَمُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ الْفُطُورِ. الْحَقُّ الْمَازِجُ مَجْرِيَّتُهُ نَفْعَةٌ (وَدَرْجَتُهُ) صَفَرٌ (longitude)

خَطُّ الْغُرْضِ، غُرْضٌ (جُغْرَافِيٌّ): مِقْيَاسٌ يُقَاسُ بِمُتَعَمِّرٍ مِنْ خَطِّ الْاِسْتَوَاءِ (١) لِلْفُطُورِ وَصَفَرٍ لِحُدُودِ الْاِسْتَوَاءِ. خَطُّوطُ الْغُرْضِ فِي خَطِّطٍ وَهَمِيَّةٌ تُرْسَمُ حَوْلَ الْأَرْضِ مُوَارِيَّةً لِحُدُودِ الْاِسْتَوَاءِ (latitude)

خَطُّوطُ فَرَاوْنُفُورٍ: خَطُّوطٌ سَوْدَاءٌ فِي الطَّبَقِ الشَّمْسِيِّ مِنْهَا اِتِّصَافٌ عَاصِرٌ فِي عَارَاتِ الشَّمْسِ لِأَطْوَالٍ مُوجِبَةٍ تُعَبِّدُ مِنَ الْغُرْضِ (Fraunhofer lines)

خَلُوطٌ، أَنْظَرُ «مَرْوَجٌ».

خَلِيَّةٌ (١) أَصْغَرُ وَاحِدَةٍ مِنَ الْمُنْعَمَلِ دُونَ كِبَارٍ حَيَوِيٍّ قَائِمٍ بِدَايَةِ (cell)

(٢) سَبِيْلَةٌ قَلْبَانِيَّةٌ تُشَبِّهُ الْكَهْرَبَاءَ بِالتَّغْيِيرَاتِ الْكِيمَاوِيَّةِ (cell)

خَلِيَّةٌ بَعَائِيَّةُ الْمَوَاتِ: خَلِيَّةٌ لَا مَوَاتٍ (مُتَعَمِّرَةٌ) فِيهَا (prokaryotic cell)

خَلِيَّةٌ ثَنَائِيَّةُ الصَّبْغِيَّاتِ: أَنْظَرُ «حَبِيَّةٌ صَبْغَانِيَّةٌ».

خَلِيَّةٌ جِنْسِيَّةٌ: أَنْظَرُ «مَشِيْجٌ» (sex cell)

خَلِيَّةٌ حَقِيقِيَّةُ الْمَوَاتِ: حَبِيَّةٌ دَاكٌ مَوَاتٍ (eukaryotic cell) رَقَارِرٌ (خَلِيَّةٌ دَانِيَّةُ الْمَوَاتِ).

خَلِيَّةٌ مُعْطَمَانِيَّةٌ: خَلِيَّةٌ دَاكٌ مَجْمُوعَتِيٍّ كَامِنَتِيٍّ مِنَ اِنْعِيْبَاتِ (الْإِكْرُومُوسُومَاتِ). (diploid cell)

خَلِيَّةٌ قَرْبَانِيَّةُ (الصَّبْغِيَّاتِ): خَلِيَّةٌ دَاكٌ مَجْمُوعَةٌ أَحَادِيَّةٌ (مُزْدَوْنَةٌ) مِنَ الْإِكْرُومُوسُومَاتِ (الصَّبْغَاتِ) (haploid cell)

خَلِيَّةٌ قَلْبَانِيَّةٌ: أَنْظَرُ حَسَنَةً (٢).

خَلِيَّةٌ (كَهْر) ضَوْئِيَّةٌ: سَبِيْلَةٌ إِيْلِكْتْرُونِيَّةٌ تُؤَلِّدُ الْكَهْرَبَاءَ عِنْدَ سَقُوطِ ضَوْئٍ عَلَيْهَا (كَمَا الْحَاسِبَةُ الَّتِي تَعْمَلُ بِالْقُدْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ). (photocell)

خَلِيَّةٌ لَفْظِيَّةٌ: أَنْظَرُ «مَقَاوِيَّةٌ».

خَلِيَّةٌ: أَنْظَرُ «سَلْطَانُورٌ».

خَوَاءٌ: أَنْظَرُ «مَرَاةٌ».

خُوطٌ، خَيْطٌ فُطْرِيٌّ: إِحْدَى الْخَيْوُوطِ الدَّقِيقَةِ الَّتِي تُؤَلِّدُ الْجِسْمَ الرَّيْبِيَّ (hypha)

الْخُصْمِيَّةُ، عِلْمُ الْكِيمِيَاءِ الْقَدِيمَةِ الَّتِي اسْتَعْمَلَتْ بِشَكْلٍ خَافِضٍ لِحَوِيلِ الْعَابِدِينَ الرُّخِيصَةِ كَالرَّصَاصِ إِلَى دَقِيقَةٍ (alchemy)

## د

دَار - يَدُوُّ (فِي عَدَارٍ). أَنْظَرُ «مَدْرَةٌ».

دَارَةٌ، دَائِرَةٌ كَهْرَبَانِيَّةٌ: دَائِرَةٌ تُسَاوِيُ أَنْ يَدُوُّ فِيهِ تَبَارُجٌ كَهْرَبَائِيٌّ (circuit)

دَائِرَةٌ لِمُكَامِلَةٍ أَوْ مُكَمِّلَةٍ: دَائِرَةٌ كَهْرَبَانِيَّةٌ دَقِيقَةٌ سَائِلَةٌ مِنْ تَغْيِيرَاتٍ شَبِيْهِةٍ فِي دَقَاقَةِ سِيلِكِيَّةٍ. (integrated circuit)

دَائِرَةٌ (١) خَطُّوطٌ مُقَاوِمَةٌ لِلتَغْيِيرَاتِ فِي الْأَقْلِ الْهَيْدُرُوجِيَّيِّ (buffer)

(٢) دَائِرَةٌ كَهْرَبَانِيَّةٌ تُسْتَعْمَلُ لِوَصْلِ دَائِرَتَيْنِ أُخْرَيَيْنِ. (buffer)

دَائِرَةُ الْبُرُوجِ، بِنَاطَةُ الْبُرُوجِ: الْكُرُوكَاتُ (أَوْ الْبُرُوجُ) لِثَلَاثَةِ عَشْرَةٍ نَبِيٍّ رَوَى فِي السَّمَاءِ. (Zodiac)

دَائِرَةُ كَهْرَبَانِيَّةٌ: أَنْظَرُ «دَائِرَةٌ».

دَائِيْدُ، صِمَامٌ ثَنَائِيٌّ: سَبِيْلَةٌ إِيْلِكْتْرُونِيَّةٌ فِي جِهَازٍ تُسَخِّعُ بِفَرُورِ الْكَهْرَبَاءِ فِي اِنْعَادٍ وَحِدٍ مَقْطَعٍ. (diode)

الدَّقَلُور: صَفْعَةٌ ثَبِيَّةٌ صَحْرَاءٌ كَثِيْفَةٌ تَحْتِ الْقَشْرِ الْأَرْضِيَّةِ (mante)

الدَّخَلُ، الدَّخَلُ، الْمَعْنِيَّاتُ أَوْ الْمَعْلُومَاتُ الَّتِي يُدْخِلُ بِهَا الْحَاسُوبُ (input)

دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ: مِقْيَاسٌ لِشِدَّةِ الْخَبَرِ أَوْ بُرُودِيَّةِ السَّبِيَّةِ (temperature)

دَرَجَةُ الْغُلْبَانِ: أَنْظَرُ «نَفْعَةٌ لَعْلَبَانٌ».

دَرَجَةُ النَّمْطِ، طَبَقَةُ الضَّوْتِ: خَاضِعِيَّةٌ بِصَوْتِ الْمِي تَجْعَلُهُ عَالِي الْجَنَّةِ أَوْ حَفِيفَتِهَا. (pitch)

دُرُوكٌ حَيَوِيٌّ، صِفَةُ الْمَادَّةِ الَّتِي تُتَحَلَّى بِصَبْغٍ عَدِيمَةٍ لِأَدَى طَبِيعَةٍ (biodegradable)

دَفْعٌ رَافِعٌ، دَفْعٌ غُلُوبِيٌّ: قُوَّةٌ دَمَعٌ اِلْتِمَاسِيٌّ إِلَى أَعْيُنٍ عَنِ حَسْمٍ مَعْمُورٍ بِهِ (كَبٌّ أَوْ حُرْبٌ) (upthrust)

دَفْعٌ نَافُورِيٌّ، أَنْظَرُ «دَفْعٌ نَعْدٌ».

دَفْعٌ نَفَاقٌ، دَفْعٌ اِمْتِكَةٍ إِلَى الْأَمَامِ بِاِسْتِعَاةٍ تَبَارِجِيَّةٍ إِلَى الطَّلَفِ (jet propulsion)

دَلِيلُ الْإِنْكِسَارِ: أَنْظَرُ «مُعَامِلُ الْاِنْكِسَارِ».

دَلِيلُ (كِيمَاوِيٍّ): أَنْظَرُ «كَاتِيْبٌ».

دَنَ أ. الْحَامِضُ النَّوَوِيُّ الرِّيْبِيُّ الْمُتَقَوِّضُ الْأَكْسِجِينِ: الْمَادَّةُ كِيمَاوِيَّةٌ الَّتِي تُؤَلِّدُ الصَّبْغِيَّاتِ وَتُوجَدُ فِي جَمِيعِ الْخَلَايَا. بِإِسْتِعَاةٍ دُونَ مُضَاعَفَةٍ نَقَبٌ لِيَقْبَلَ الْمَعْلُومَاتِ الْوَرَائِيَّةِ (الْجِينِيَّةِ) مِنَ الْوَالِدِ إِلَى الْوَلَدِ (DNA)

دِنَمُو (دِيْنَامُو)، مُوَلِّدٌ (كَهْرَبَائِيٌّ) مُوَلِّدٌ يَنْتُجُ تَبَارِجًا (كَهْرَبَاتٍ) مُتَعَمِّرًا (dynamo)

دَوَاءٌ تَغْوِيْبِيٌّ: أَنْظَرُ «مُغْلٌ».

دَوْرَةُ الْكَرْبُونِ: دَوْرَةُ الْكَرْبُونِ (الْمَوْجُودِ فِي ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ) مِنَ الْحَقِّ إِلَى اِلْتِمَاسَاتِ (مُحْضِيَّةً فِي الْكَرْبُوْدِيَّاتِ بِالتَّحْقِيقِ الصَّوْتِيٍّ) إِلَى الْحَيَوَانَاتِ (الَّتِي تَأْكُلُ الْبَائِيَّاتِ) ثُمَّ إِلَى الْجَزْءِ (بِالتَّحْقِيقِ) وَالْإِسْجَالِ. (carbon cycle)

دَوِيٌّ، جِدَارُ الصَّوْتِ، لَفْظَةٌ صَوْتِيَّةٌ: دَوِيٌّ اِحْتَرَقَ جِدَارَ الصَّوْتِ تُحْدِثُهُ الْأَمَوَاجُ الصَّوْتِيَّةُ الْمُبْتَعَثَةُ مِنْ حَسْمٍ تَتَجَاوَرُ شَرْعَةً شَرْعَةً الصَّوْتِ (sonic boom)



ريوستات، مقاومة متغيرة، ناظم الفئارة: مقاوم يمكن تغيير مقاومته. (rheostat)

## ز

**زاوية الانعكاس:** الزاوية التي يكونها الشعاع المنعكس مع الخط العمودي على السطح عاكس. (angle of reflection)  
**زاوية السقوط:** الزاوية التي يكونها شعاع الضوء مع الخط العمودي على السطح الساقط عليه. (angle of incidence)  
**زاوية الورود:** أنظر زاوية السقوط.  
**زخم:** أنظر كمية التحرك.  
**زخم:** أنظر إيسومر.  
**زفوق:** أنظر مشطوع.  
**زوبعة:** ريح ثؤامية: عود هوائي خذوم بسرعة يتحرك فوق اليابسة أو الماء. (whirlwind) (أنظر إعصار).  
**زوج (ج. زوجن):** شاهد صخري: كتلة صخرية ضخمة بالحجم الزمحي على أسفها الأقل صلابة. (zeugma - pl. zeugena)  
**زئوليت:** مركبة طبيعية أو صناعية من سيليكات الألومنيوم المائية والمعادن القلوية تستخدم كمادة حفرة أو كمرشح حرينات في عملية نيسر الماء العسر مثلاً (zeolite)

## س

**سابر فضائي:** مركبة مصابة عبر ماهرة توستل من الأرض لتتقن النظام الشمسي. (space probe)  
**سائق:** تابع، قمر جرم يدور حول كوكب سيار قمرًا ثراب أو أقمار طسعة (كالقمر مثلاً) وسواكل أو أقمار طسعة (كالشفر الفضائية التي توضع في مدارات حول الأرض لتعكس الإشارات الراديوية) (satellite)  
**سانلي:** أنظر هيدروني.  
**شبات شتوي:** كمون شتوي: نوم عميق وفترة توقف الأنشطة الحركية ومبطو الأنشطة الحيوية - منو بها بعض الحيوانات لتجاوز فصل الشتاء (hibernation)  
**شبات صيفي:** نوم عميق أو توقف عن الحركة شامل لمارش بعض الحيوانات صيفاً - عند اشتداد الحر والجفاف (aestivation)  
**سبيكة:** أنظر أشابة.  
**سبيكة لحم:** أنظر لحم.  
**ستراتوبوز:** الفاصل الطبقي: الحد من الستراتوسفير (الغلاف الصفي) واليوسفير (الغلاف المتوسط). (stratopause)  
**الستراتوسفير:** الغلاف (الجوي) الطبقي: القسم من الغلاف الجوي بين التروبوسفير (الغلاف السفلي) واليوسفير (الغلاف المتوسط) (stratosphere)  
**سديم:** غيمة سديمية: شحابة من الغبار والغاز في الفضاء. (nebula)  
**سراف:** جدار بصري سته اجزاء الضوء عبر طبقات الهواء المتناسقة الكثافة (mirage)  
**سرعة (انجافية):** السرعة في اتجاه عمير (velocity)  
**سرعة الإفلات:** السرعة الدنيا التي يجب أن يبلغها الصاروخ الفضائي ليقلع من جاذبية الأرض (11.2 كم/س في الثانية) (escape velocity)  
**سطح انسياب رافع:** شكل حامل لجناح الطائرة - سطحه العلوي أكثر مقوّساً من السطح السفلي، يُحرك وفقاً لخلال تحركه في الهواء (aerofoul)  
**سطح الشمس النّير:** فوتوسفير: سطح الشمس المنظور الذي ينتقل منه كل نورها تقريباً (photosphere)  
**سطح هلاقي:** أنظر هلاقي.  
**شطوع:** فترة ضيائية، وفوق: كتلة الضوء المنعكسة من جسم كجسم مثلاً (luminescence)  
**سعة:** ذروة: سعة الدورية أو ارتفاع الموجة - تموج صوبه مثلاً (amplitude)  
**سعة التكثف:** أنظر متوسعة.  
**شفر:** أنظر كالوري.  
**شفر اللين:** أنظر لكتور.  
**الشفرات:** مجموعة من الكربوهيدرات اللزابة الخلوة النفاق (sugars)  
**سلسلة غذائية:** سلسلة من المتخصّيات يقتني واجدها بالذي يليه. (food chain)  
**السليكا:** ثاني أكسيد السليكون - مركبة ليس أو عديم اللون يتولّد طبعاً من أنوية المرو (الكوارتز). (silica)  
**سيلولوز:** جليوز: كربوهيدرات تكون جدران الخلايا النباتية (cellulose)  
**الشمعيات:** انتقال الصوت داخل قاعه أو حجرة (acoustics)  
**سنة صوتية:** مسافة ما يقطعه الصوت في سنة، ومقدارها 9.5 مليون مليون كيلومتر (light year)

**لتنّ الإغذية:** حيث يقوم بشبع غذائه بنفسه في عملية التخليق الضوئي (autotrophic)  
**ذاكرة قراءة فقط:** أنظر رم.  
**ذاكرة الوصول العشوائي:** رقائز ذكرة الحاسوب حيث تُحور المعلومات وتستخدم - لكن هذه المعلومات تُفقد عند فخر الحاسوب (RAM)  
**الدائب:** أنظر «الذهب».  
**دقيقة:** أنظر «البراز».  
**ذرة:** أصغر جزء من القطر يدي خصائص ذرة العنصر تآلف الذرة من نواة، تصف بروتونات ونيوترونات، ويحيط بها إلكترونات مُزومة (atom)  
**ذرة:** أنظر سعة.  
**دو اللتين:** سلك بهري من دوت العنقير (dicotyledon)  
**ذؤانة:** تنقب هالي: سحابة من الغار والغبار شحيط بمركز الأرض (coma)  
**ذوبانية:** ذوبانية: قدرة المذاب (المادة الذائبة) على الذوبان. (solubility)

## ر

**رابط:** التجذبات بين الذرات أو لأيونات يدي بشدها من في ذرة أو جزيء (bond)  
**رابطه أيونية:** ترابط كيميائي يتم بانتقال الكروبي أو أكثر من ذرة إلى أخرى وبما ينتج عنه تكون أيونين متضادتي الشحنة يجذب وحدهما الآخر (ionic bond)  
**رابطه فلزية:** ترابط بين ذراتي فلزيين، فتدور إلكترونات الفلز بكثرة حول الذراتين. (metallic bond)  
**رابطه كيميائية:** أنظر «رابطه». (chemical bond)  
**وحدات:** الكشف وتصديق المدى الراديوي - وسيلة لتكثف الأشياء (البعيدة) بإرسال أمواج راديوية والتقاط أصدائها. (radar)  
**راسب:** راسبية: هسهسات جامدة ذفيلة في سائل (نتيجة تفاعل كيميائي، تتجمع في القاع (precipitate)  
**رائد فضاء:** شخص ذوب كاحد أفراد طاقم سفينة فضائية (astronaut)  
**رباط:** رباط قصير من نسيج خرون (قابل للتمشي) يشد الجسم والمفاصل عطا (ligament)  
**رخم:** حجر نيزكي: قطعة من الصخر أو المعين الفلزي تدخل جو لأرض وسبعها دون أن تحترق بانكامل. (meteorite)  
**رحلان كهربائي:** أنظر «إشراق كهربائي».  
**رحيق:** هغفر: سائل لحو يوجد في أزهار بعض النباتات (nectar)  
**رد فعل:** ذرة تساوي أخرى في المقدار وضادتها في الاتجاه لكن بفر رد فعل كسالي له في المقدار وضادتها له في الاتجاه. (reaction)  
**رطوبة:** أنظر «راسب».  
**رطوبة:** كمية جهر الماء في الهواء (humidity)  
**الرغامى:** القصبة الهوائية: الأنبوب الرئيسي الذي يحمل الهواء إلى رجي الرئتين (trachea)  
**رفع:** ذرة ترفع من أسفل إلى أعلى تنتج من فرق سرعة الهواء وضغطه من سطحي الشناخين العلوي والسفلي في الطائرة. (lift)  
**الرقم الهيدروجيني:** أنظر «الأس الهيدروجيني».  
**رقعي:** تمثيل كثر بإشارات كهربائية تشير إلى عدد وشفر: قلو أو سح. (digital) (قانون «نظير».)  
**رغال:** أنظر «غلام».

**ركلة المذابح:** صحور وأقدام تحلقها المذابح (moraine)  
**رم:** ذكرة قراءة فقط: ذكرة حاسوبية تحترق المعلومات الدائمة، بحيث يمكن استعادتها ولا يمكن تغييرها (ROM)  
**رقام:** كائن رقام: متفص، كالقمر أو الكترا، يعمش على المادة الميتة أو السعة المتفحمة (saprophyte)  
**رفيق:** أنساغ ديدمات لحسم الشهير على توافق اهترانه مع تردده طبيعي (resonance)  
**روبوت:** مكنة حاسوبية التحكم تعمر تلقائياً (robot)  
**رياء:** شرم: خليج صيق ينتج من ميصب و امجاي وادي المهر (ria)  
**الرياح التجارية:** رياح مثب نظام محو خط الاستواء من الشمال الشرقي والجنوب الشرقي (trade winds)  
**الرياح الشرقية:** رياح رئيسة تهب من الشرق (Easterlies)  
**الرياح الغربية:** رياح رئيسية تهب من الغرب. (Westerlies)  
**رييسة:** جسيم بيضي: أجسام كروية ذفيلة في حيوى (سينوبلارم) تحلل نضج فيها اليريبات (ribosome)  
**ريخ ثؤامية:** أنظر «روبع».  
**ريخ موسمية:** ريخ قوية بتغير اتعافها موسمياً، تحمل معها مطرا عرباً من البحر إلى مناطق كالهند وبنغلادش. (monsoon)

**سبح:** سنب الثمن وأصله (alveolus) ويطلق على الكوبصلة الرنوبه أيضاً  
**شوتار:** «ملاحة وسبر صومي»: وسيلة لاكتشاف الأجسام وملاحة تحت الماء بإرسال الأمواج الصوتية وتلقي أصدائها. (sonar)  
**شوياء العذرة:** أنظر «إندوسبيرم».  
**شوياء الطل:** أنظر «طل».  
**سيال:** الطبقة السطحية من القشرة الأرضية العينة بالسليكا والألومنيوم (sil)  
**سينوبلارم:** أنظر «حيوى الحية».  
**سيرن:** مركز الأبحاث لشبكة الأوربية للأبحاث المويّة في جنيف. (CERN)  
**سينومتر:** وجافة: سيلة تُسجّر الاهتزازات الأرضية، كذلك الداتجة عن الزلازل. (seismometer)  
**سيمي:** الطبقة السفلى من الغلاف الصخري القبي بالستليكا والمغسيوم. (sima)

## ش

**شاردة:** أنظر «يون».  
**شاردة سائلة:** أنظر «ليون».  
**شاردة فوجية:** أنظر «كايون».  
**شاهد صخري:** أنظر «زوج».  
**شبكة غذائية:** منظومة السلاسل الغذائية في نظام بيئي (food web)  
**شبة الظل:** ظيب (ظل جبرتي)، بحاشية حول ظل القمر (أو الأرض) عند الكسوف (أو الخسوف) (penumbra)  
**شبة موصل:** مادة تقاربتها وسط بين الموصل والعازل. (semiconductor)  
**الشبكة الهولوية الباطنة:** منظومة من الأغشية في خلية تجري فوقها التفاعلات الكيميائية. (endoplasmic reticulum)  
**شرم:** أنظر «رسم».  
**شريانية:** وعاء ذهوي يحمل الدم من القلب إلى أجزاء أخرى من الجسم. (artery)  
**شفرية:** الخاصية الشعرية: حركة السائل شعوراً أو لولاً في أنبوب بفعل التجاذب بين جزيئاته وجزيئات الأنبوب. (capillary action) أو «capillarity»  
**شعيري:** وعاء شفري: وعاء ذهوي دقيق يحمل الدم من الخلايا وإليها. (capillary)  
**شف:** شفقتي شبة شفاف يسمح ببعض الضوء بالمرور، لكن لا ترى الأشياء جئة عبره (translucent)  
**شفاف:** يسمح بمرور كل الضوء تقوت بحيث ترى الأشياء عبره بوضوح (transparent)  
**شغل تاضل:** أو فتاضل: أشكال فتشابة للقصير تليه - مثل لأمدس والمرايت كاشكالي متأصلة بديرون (allotrope)  
**شهاب:** أنظر «نوب».  
**شواط (شمسي):** كتلة من الغار لموقع المطلق من الشمس بعيدة في الفضاء. (prominence)

## ص

**صاعدة (كهربية):** أنظر «ليون».  
**صباغ:** أنظر «صبغ».  
**صبة:** قالب مضغوط، محوير صخري تشكل حول حيوان أو نبات ثم تحطت فيه المعادن وتصلبت بعد تفليه فكونت أحفورة. (cast)  
**صبغ:** صباغ: صبغة: مادة تلون بها ألوان (dye)  
**صبغ قرسحي:** صبغ يحتاج إلى قرسح لتثبته (mordant dye)  
**صبغة:** أنظر «صبغ».  
**صبغي:** أنظر «كروموسوم».  
**صخر قفاقي المقطع:** طبق تشكل بحيث يجمع الأمواج الصوتية أو الكهرومغناطيسية ويتركها (parabolic dish)  
**صخر انيساسي:** أنظر «لاكوس».  
**صخر بركاني:** أنظر «صخر باري».  
**صخر تحولي (أو متحول):** صخر تحول في باطن الأرض بفعل الحرارة والضغط الشديد. (metamorphic rock)  
**صخر غاري:** صخر بركاني: صخر تكون بمرود للشهرة وبحيها (igneous rock)  
**صخور رسوبية:** صخور تتكون بترسب ثقات من المادة إلى قاع البحر، أو الشجرة، مؤلفة طبقات تتسكع معا على مدى الزمن (sedimentary rocks)  
**صدي:** الصوت يُسمع ثانية بانعكاس تموجاته عن جسم صلب. (echo)  
**صدع:** تشق أو علق في القشرة (بشرة الأرض) (fault)  
**الصفر المطلق:** درجة الصفر المطلق هي أدنى درجة حرارة ممكنة = صفر كلفن أو -273.15°س (absolute zero)  
**صفق:** - نصفق: بفصل موبجا من حديد وسائل بترك الجامد يرش



بالبروبي ثم يُصَبَّ السائلُ (برابو) (decant)

ضفيرة، لَوَاحَةٌ (دموية) قُرْصَةٌ في الدم عِزٌّ مُتَمَتِّعَةٌ الشَّكْلُ قُصْرُ  
مَوَادِّ كَمَاوَية لِجَنِينٍ سَم. (platelet)

صَمَامٌ ثَمَانِي: أَنْظَر دَائِيَّةً

صَمَامٌ ثَمَانِي بَاعِثٌ بِالصَّوْتِ دَائِيَّةٌ صَوَاءٌ صَمَامٌ ثَمَانِي سَمَتْ

الصَّوْتِ عِنْدَ ثُرُورِ مَاءٍ كَهْرَبِيٍّ بِهِ

(«light-emitting diode» LED)

ضَهَارَةٌ صَمَرٌ مُضَهَّرٌ سَالِي فِي دَنَارِ الْأَرْضِ وَفِيهَا بَدْوٌ سَكَنٌ  
صَحْرًا بَارِدًا (magma)

صَهْرَةٌ مَضْهَرٌ سَبْعَةٌ صَمَرٌ تُسْتَعْمَلُ فِي الدَّارِ الْكَهْرَبَةِ وَهِيَ  
عَدَدَةٌ عَرَبِيَّةٌ بِمِثْلِهَا (فِيضَلُّهُ بَدَارَةٌ) أَوْ بِحَاوِرِ الْمَاءِ حَذَا

مُعْلِيًا (fuse)

صَوْتٌ فَوْقَ السَّمْعِيِّ: صَوْتٌ دُوٌّ تَوَلَّدَ فَوْقَ مَا تَسْتَعِينُ لِأَبْ سَمْعِيَّةٍ  
سَمَةً (ultrasound)

الصُّوْتِيَّاتُ: مِثْقَلٌ وَبِرَاسَةِ الصُّوْتِ (acoustics)

صَوْرَةٌ تَقْدِيرِيَّةٌ صَوْرَةٌ تَتَكَوَّنُ حَيْثُ يَدُوُّ أَنَّ الْأَشْخَافَ الصَّوْتِ سَلَامِي  
(فِي ثَوْرَةٍ تَقْدِيرِيَّةٍ) كَالصَّوْرَةِ الْمُنْكَسَةِ فِي الْمِرَاةِ

(virtual image) قَارِنٌ صَوْرَةٍ حَقِيقَةٍ

صَوْرَةٌ حَقِيقِيَّةٌ صَوْرَةٌ سَكُونٌ فِي بَوْرِهٍ مَلَاقِي الْأَشْخَافِ الصُّوْتِيَّةِ فَعَلًا  
(وَلَا يُمَكِّنُ عَرْضَهَا عَرِيشَةً) (real image) (قَارِنٌ صَوْرَةٍ

تَقْدِيرِيَّةٍ)

صَوْرَةٌ صُغْرِيَّةٌ صَوْرَةٌ مَجْهَرِيَّةٌ: صَوْرَةٌ أُخْذَتْ بِالْمَجْهَرِ

(micrograph)

صَوْرَةٌ بِالْمَجْهَرِ الْإِلِكْتَرُونِيِّ: صَوْرَةٌ مُكْرَّرةٌ جَدًّا لِجِسْمٍ بِالْمَجْهَرِ  
الِكْتَرُونِيِّ (electromicrograph)

صَيْفَةٌ: مَجْمُوعَةٌ زَمُونِيَّةٌ كِيمَاوِيَّةٌ تُبَيِّنُ تَرَكِيبَ الْمَادَّةِ كِيمَاوِيَّةً.  
(formula)

## ض

ضَابِي أَنْظَرِ الْمَفْتَرَسَ

ضَبَابٌ ثَلَاثِي: ثَوَجٌ مِنَ الضَّبَابِ الْأَفْعِي الْأَيْتَالِ يَتَكَوَّنُ عِنْدَ ثُرُورِ  
جَبِيهِ مِنَ الْهَوَاءِ الدَّاخِلِ الرَّطْبِ فَوْقَ سَطْحِ الْأَرْضِ (advection fog)

ضُبْغَانٌ: مَرِيحٌ سَالِمٌ مِنَ الضَّبَابِ وَالضَّبَابِ (smog)

ضَبْدٌ: أَنْظَرِ جِسْمٌ ثَقِيلًا

ضَدِيدُ الْإِعْصَارِ: مِثْقَلَةٌ ضَغُوطٌ مُتَوَلِّدَةٌ تُؤَدِّي عَالِيًا إِلَى طَلْسٍ حَيْثُ  
(anticyclone)

ضَغُوطٌ: مَقْدَارُ الْقُوَّةِ الْمُؤَثِّرَةِ عَنِ وَحْدَةِ الْمَسَاحَةِ (pressure)

## ط

طَابِغُ الصَّوْتِ: أَنْظَرِ جَزْسَ

طَاقَةٌ: الْقُوَّةُ عَلَى أَحْدَاثٍ شَعْرٍ

طَاقَةٌ التَّنْشِيطِ: الطَّاقَةُ الْمَلْمُوسَةُ لِدَوِّهِ بِدَلَالِ كِيمَاوِيٍّ وَهِيَ حَمَلٌ  
بِدَمَاعِلَابِ التَّحْنِيطِ (activation energy)

طَاقَةٌ جِيُوْتَرْمِيَّةٌ: طَاقَةُ الْحَرَارَةِ الْأَرْضِيَّةِ: طَاقَةٌ تُسْتَفِيدُ مِنْ تَوَلُّدِ الْقُوَّةِ  
مِنَ حَرَارَةِ الصَّخُورِ فِي بَطْنِ الْأَرْضِ (geothermal energy)

طَاقَةُ الْحَرَارَةِ الْأَرْضِيَّةِ: أَنْظَرِ طَاقَةَ حَيَوِثَرْمِيَّةٍ

طَاقَةُ الْحَرَكَةِ: طَاقَةُ الْجِسْمِ بِمُحَاوَلَةٍ عَنِ حَرَكَتِهِ (kinetic energy)

طَاقَةٌ كَامِنَةٌ: طَاقَةٌ مُخْتَبِرَةٌ لِلِاسْتِخْدَامِ فِي رَقَبَةٍ لَاحِقٍ

(potential energy)

طَاقَةُ الْوَضْعِ: الطَّاقَةُ الْمُخْتَبِرَةُ الَّتِي يَمْتَلِكُهَا الْجِسْمُ بِفَضْلِ مَوْضِعِهِ أَوْ  
حَالَتِهِ (potential energy)

طَبِيقُ السَّوَاتِيكِ: هَوَائِيٌّ طَبِيقٌ الشَّكْلُ يَتَلَقَّى الْإِشْرَافَاتِ الَّتِي تَنْتَهِ  
السَّوَاتِيكِ (satellite dish)

طَبِيقَةُ الصَّوْتِ: أَنْظَرِ «تَوْرَجَةُ النِّعَمِ»

الطَّحَالِيَّةُ: بَيِّنَاتٌ بَسِيطَةٌ لَا رَغْوِيَّةٌ بِمَعْنَى الْبَرَكِ وَمِثَالُهَا الْمِيَاهُ - تَكَلُّهَا  
بِغَضَبِيَّةٍ لَا سَوَقٍ وَلَا مُجْدُورٍ حَقِيقَةٍ هَا (algae)

طَرَفٌ تَوَصِيلٌ: مَطْرَافٌ: نَقْطَةُ تَوَصِيلٍ فِي أَحَدِي طُقُوفِ الدَّارَةِ

الِكَهْرَبَانِيَّةِ (terminal)

طَفَاوَةٌ: أَنْظَرِ الْكَلْبَ

طَلْفَةٌ: تَحْوِيلٌ مُطَافِيٌّ بِمَعْنَى عَشَوَانِيٍّ (يَحْدُثُ اتِّفَاقًا) فِي صَمْعِيَّاتِ  
(كُرُومُوسُومَاتٍ) أَحَدَةٍ (mutation)

طَلْفِيْلِيٌّ: مُتَعَصِّرٌ يَعِيشُ عَنِ مُتَعَصِّرٍ آخَرَ (تَسْتَفِي الْعَدَلُ) ثَلَاثَةٌ أَوْ بَعْضِي  
عَلَيْهِ (parasite)

الطَّلَاةُ الْكَهْرَبَانِيَّةُ: تَطْبِيقَةُ جِسْمٍ يَلْبِزِي طَبِيقَةً رَقِيقَةً مِنْ عِلَاقٍ أَحَدٍ  
بِالْكَهْرَبَةِ (electroplating)

طَوْرٌ وَجْهٌ أَحَدٌ دَوَاجِهُ أَوْ الْأَشْكَالُ الظَّاهِرَةُ لِنَجْمٍ (أَوْ الْكَوْكَبِ  
السَّيْدَرِ) نَتِيجَةٌ لِإِيكَالِ مَوْرِ الشَّمْسِ عَلَيْهَا أَوْ عَنِ جُرْمٍ مِمَّا.

(phase)

طَوْرٌ: أَحَدِي الْحَالَاتِ الثَّلَاثِ الَّتِي تُوجَدُ فِيهَا الْمَادَّةُ - الْخَمُودِيَّةُ أَوْ  
السَّيْلِيَّةُ أَوْ الْفَارِيَّةُ (الْبَحَارُ) (phase)

طَوَّلٌ مُوجِيٌّ: الْمَسَافَةُ بَيْنَ دُرُوءَةٍ مُوجِيَّةٍ وَدُرُوءَةٍ مُوجِيَّةٍ تَالِيَةٍ

(wavelength)

طَيَّةٌ شَيْءٌ فِي الصَّبَاةِ الصَّخْرِيَّةِ (fold)

طَيْفٌ (ج. أَطْبَافٌ): بَوْرَةٌ حَامِلَةٌ مَسَمِيَّةٌ لِلْأَمْوَاجِ وَالتَّرْدَادِ كَالْمَسَدِ  
الِكَهْرَبِيَّةِ مِثْلًا (spectrum)

طَيْفٌ كَهْرَبِيَّةٌ: أَمْدَى الْكَامِلُ لِإِشْعَاعِ الْكَهْرَبِيَّةِ الشَّخْصِ

جَانِبًا وَاسِعَةً كَثْرًا (لَا شَيْءَ لَهَا) وَالْإِشْعَاعُ نَوْدٌ سَمْعِيٌّ  
بِالصَّوْتِ الْمَطْطُورِ وَبِالْأَشْخَافِ دَوْرُ الْحَيَاةِ وَالْأَمْوَاجِ الضَّعِيفَةِ

وَالْأَمْوَاجِ الْمَلَايِكِيَّةِ (الْكُرْدِيَّةِ)

(electromagnetic spectrum)

## ظ

ظَاهِرَةٌ الْبَقِيَّاتُ: صَاهِرَةٌ أَحْمَسُ الْعَارَاتِ فِي حَوِّ الْأَرْضِ (أَحْمَسُ  
تَامِي كَسَدِ الْكُرُونِ) لِحَرَارَةِ كَسَدِي السَّوْبِ الْإِحَادَةِ وَبَرَكَمُ

نَازِلٌ هَذِهِ الطَّهَرَةُ بَوْدِي إِلَى سَحَرِ الْحَدِي

(greenhouse effect)

الظَّاهِرَةُ الطَّارِئَةُ: أَنْظَرِ قُوَّةَ صَارِدَةٍ مَرَكُوزَةٍ

الظَّاهِرَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ: مَدَامُ الْكَهْرَبَةِ بِسَلْطَةِ الْإِجْهَادِ عَنِ مَعْمَرِ  
مَوَاقِعِ الْمَوَارِثِ (كَالْكَوَارِثِ) أَيْ لِلزُّوِّ مِثْلًا

(piezoelectric effect)

الظَّاهِرَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ: مَدَامُ الْكَهْرَبَةِ مِنْ سَحَرِ حَصَرِ الْأَحْمَدِ  
عِنْدَ سَلْطَةٍ أَوْ دَفُوعِ الصَّوْتِ عَلَيْهِ (photoelectric effect)

ظَلٌّ: شَوْبَادَةُ الظَّلِّ: الْجُرْمَةُ الْمُرَكَّبَةُ مِنَ الظَّلِّ الَّتِي لَا يَسْقُطُ عَلَيْهِ  
مَوْءٌ (umbra)

## ع

عَادِلٌ - يُعَادِلُ، يُعَادِلُ، يُحْدِثُ سَحَرًا حَامِلًا أَوْ الْقَلْبِيَّ مُتَعَادِلًا،  
أَيْ يُحْدِثُهُ فَلَا هُوَ حَاضِرٌ وَلَا غُلُوبٌ (neutralize)

عَازِلٌ: مَادَّةٌ تَقْطَعُ بَوَّاسَةً حَرَارَةً أَوْ الْكَهْرَبَةَ أَوْ الصَّوْتِ  
(insulator)

عَاشِبٌ، أَكَلُ الْعُشْبِ: حَيَوَانٌ يَأْكُلُ الْعُشْبَ (أَوْ الْفُتَّةَ)

(herbivore)

عَاكِسُ التَّيَّارِ: سَحَرٌ تَعَكُّرُ انْحَادِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبَانِيِّ (فِي الدِّيَامُورِ)

(commutator)

عَاكِسُ الطَّوْرِ: قُوَّةٌ عَكْسِيَّةٌ: قَبِيضَةٌ تُسْتَعْمَلُ لِتَحْوِيلِ التَّيَّارِ الْمُسْتَعِزِّ  
إِلَى تَيَّارٍ مُتَابِعٍ (inverter)

عَاكِسِيَّةُ الْحَزْمِ: أَنْظَرِ النَّاصِ

عَامِلٌ اسْتِحْلَابٍ: أَنْظَرِ مُسْتَحْلَبٌ

عَامِلٌ مُخَفِّرٌ: مَادَّةٌ تُسَبِّطُ الْحَرَارَةَ مَادَّةً أُخْرَى (أَيْ تُكْسِنُهَا)  
الْمُخَفِّرُ وَبَعْدَهُ لَاسْتَحْسَرُ (reducing agent)

عَامِلٌ مُؤَكِّدٌ: مَادَّةٌ تُسَبِّطُ كَسَدَهُ مَادَّةً أُخْرَى (oxidizing agent)

عَتَادٌ (الْحَاسُوبُ): الْأَجْرَةُ الْمِيكَانِيَّةُ وَالْإِلِكْتَرُونِيَّةُ مِنَ الْحَاسُوبِ  
(الِكَمْبِيُوتَرِ) (hardware)

عَجَلَةٌ: أَنْظَرِ تَسَاوَعٌ

عَدَادٌ جَيْفَرِيٌّ: جِهَاتٌ يُسْتَعْمَلُ لِلْكَشْفِ عَنِ اقْوَامِ حَقِيقَةِ مِنَ الْإِشْعَاعِ  
وَقَاسَاهَا (Geiger counter)

عَدَائَةٌ: عِلْمٌ لِلْعَادِنِ: بَرَاةُ الْمَعَادِنِ (mineralogy)

الْعَدَدُ الذَّائِي: عَدَدُ الْبَرُوتُونَاتِ فِي نَوَاةِ الذَّائِيَّةِ الْمُعْتَبَةِ  
(atomic number)

عَدْسَةٌ مُخَفِّفَةٌ: عَدْسَةٌ مُقَوِّسَةٌ إِلَى الْخَارِجِ (إِنْحَرُ) فِي الْمُرَكِّزِ مِمَّا فِي  
الْأَطْرَافِ (convex lens; converging lens)

عَدْسَةٌ مُقَوِّفَةٌ: عَدْسَةٌ مُقَوِّسَةٌ إِلَى الْبَاطِلِ (فِي الْمُرَكِّزِ أَوَّلًا) مِمَّا فِي  
الْجَوَابِ (concave lens)

عَزْسٌ: أَنْظَرِ مَسْجِدٌ

عَزْسِيٌّ (جُغْرَافِيٌّ): أَنْظَرِ حَقِيقَةُ الْعَرَضِ

عُشَّةٌ: مَوْجَةٌ يَشْعَلُهُ الْكَاسُ الْحَرِّيُّ فِي بَنَامٍ مِثْلِي (miche)

عُصَاةٌ: أَنْظَرِ نَشِيعٌ

عَصْبِيَّةٌ: خُورَةٌ مِنَ شَبَكَةِ الْكَبُولِ، الدَّقِيقَةُ الَّتِي تَعْمَلُ الرِّسَالَةَ مِنَ  
الْجِسْمِ إِلَى الدَّمَاغِ وَعَنِ الدَّمَاغِ إِلَى الْعَصَلَاتِ (nerve)

عَصْبِيَّةٌ: خَلِيَّةٌ عَصْبِيَّةٌ (neurone)

عَضْرُوبٌ: خَلِيَّةٌ عَصْبِيَّةٌ: أَنْظَرِ عَضْرُوبٌ خَلِيَّةٌ

عَضْرُوبُ الْفَضَاءِ: عَضْرُوبُ رَمَادَةِ الْفَضَاءِ وَالْبَشَرِ فِي أَجْوَاهِ (space age)

عَضْرُوبٌ: خُورَةٌ مُتَكَامِلَةٌ بَانِيًا مِنْ مُتَعَصِّرٍ دُوٍّ وَضَمَةٍ مُعَدَّةٍ كَالدَّمَاغِ أَوْ  
الْقَلْبِ مِثْلًا (organ)

عَضْرُوبِيٌّ: صَعْدَةٌ (١) مُرَكَّبٌ بِحَوِي الْكُرُونِ (organic)

(٢) اِتِّحَادُ الْعَدَاةِ دَوْرَ اسْتِخْدَامِ الْمَحْصُولِ الْكِيمَاوِيِّ (organic)

عَضْرُوبِيٌّ: خُورَةٌ عَضْرُوبِيَّةٌ مُعَدَّةٌ مُؤَقَّفَةٌ قَسَمًا مِنَ الْحَالَةِ الْبَانِيَّةِ أَوْ  
الْحَيَاةِ (organelle)

الْعَضَالَةُ: الْفُضُورُ الدَّائِيَّةُ: قُوَّةُ الْاسْتِعْرَافِ: بَرُوءَةُ الْجِسْمِ إِلَى الْبَقَاءِ فِي  
حَالَةِ السَّكُونِ أَوْ لِسَمَرَارِ الْحَرَكَةِ فِي حَقٍّ مُسْتَقِيمٍ مَا لَمْ تَوَثَّرْ فِيهِ

قُوَّةٌ (inertia)

عَظْمٌ: مَسِيحٌ صَفْدٌ كَبِيرٌ مِنَ الْهَيْكَلِ الْعَضْبِيِّ لِحَيَوَانٍ (bone)

عَقْدَةٌ عَصْبِيَّةٌ: مَجْمُوعَةٌ مِنَ الْخَلَايَا الْعَصْبِيَّةِ ضَمَّنَ عِلَاقٍ مِنَ النَسِجِ

الْعَصَامُ (ganglion)

عِلْمُ الْأَرْضِيَّةِ الْجَوِّيَّةِ: بَرَاةُ الطَّقْسِ (meteorology)

عِلْمُ الْبَيْتَةِ: أَنْظَرِ «الْبَيْتَاتِ»

عِلْمُ الْحَيَاةِ: الْمِيُولُوجِيَّةُ: عِلْمٌ وَبَرَاةُ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ (biology)

عِلْمُ شَكْلِ الْأَرْضِ: أَنْظَرِ «الْجِيُوْمُورْفُولُوجِيَّةُ»

عِلْمُ الصَّخُورِ: مِلْحَدٌ وَبَرَاةُ الصَّخُورِ (petrology)

عِلْمُ طَبَقَاتِ الْأَرْضِ: أَنْظَرِ «الْإِسْتِرَافِيَّةُ»

عِلْمُ الطَّبِيعَةِ: أَنْظَرِ «الْفِيْزِيَّةُ»

عِلْمُ الْفَلَكِ: عِلْمٌ يَدْرُسُ الْمَجْمُوعِ وَالْكَوَاكِبِ وَالْأَجْرَامَ الْأُخْرَى فِي الْفَضَاءِ  
(astronomy)

عِلْمُ الْكُونِ: عِلْمُ الْكُونِيَّاتِ: بَرَاةُ تَرَكِيبِ الْكُونِ وَشَبَابِهِ وَاضْبِهِ  
(cosmology)

عِلْمُ الْكِيمِيَاءِ: أَنْظَرِ «الْكِيمِيَاءُ»

عِلْمُ الْمَعَادِنِ: أَنْظَرِ «عَدَاةُ»

عِلْمُ الْوُظُنَانِ: أَنْظَرِ «الْفِيْزِيُولُوجِيَّةُ»

عِمْلَاقٌ أَحْمَرٌ: سَحَرٌ فِي نَهَاةِ الْخَمَرِ تَصْغُرُ وَبَرَدٌ (red giant)

عَمِيرَةٌ: أَنْظَرِ «تَسْمِيرَةٌ»

عَنَاصِرُ نُورِيَّةٌ: عَوَادٌ كَامِيُونَاتِ الْفُحَاسِ وَالرُّنْدِ وَالْمُكْدَمِزِ تَحْتَاطِي  
الْكَمِيسَاتِ الْحَيَّةِ بِكَمِيسَاتٍ صَنِيعَةٍ (trace elements)

عُنْصُرٌ: مَادَّةٌ لَا يُمَكِّنُ تَفْكِيقَهَا لِأَمْوَاجٍ أَسْطٍ بِالْفَاعِلَاتِ الْكِيمَاوِيَّةِ  
(element)

عُفْلَةٌ: أَنْظَرِ «تُزْمِيَّةُ»

عَوَالِقٌ: مَبَادِثُ وَحَيَوَانَاتٌ دَقِيقَةٌ تَعِيشُ مُعْلَقَةً عَنِ مَقَرَّةٍ مِنَ السَّطْحِ فِي  
أَسْفَلِ السَّحَرَةِ وَالْإِدَاقِيَّةِ (plankton)

عَوَالِقٌ حَيَوَانِيَّةٌ: الْحَيَوَانَاتُ الدَّقِيقَةُ (الْمَجْهَرِيَّةُ عَالِيًا) الَّتِي تُؤَلَّفُ جُزْأً  
مِنَ الْعَوَالِقِ السَّحَرِيَّةِ (zooplankton)

عَوَالِقٌ بَنَاتِيَّةٌ: مَبَادِثُ دَقِيقَةٌ تُؤَلَّفُ جُزْأً مِنَ الْكَائِنَاتِ الْحَيَّةِ الْمُعْلَقَةِ فِي  
الْمَاءِ (phytoplankton)

## غ

غَارٌ حَيَوِيٌّ: غَارٌ يَتَنَقَّلُ مِنَ الْحَالِلِ لِفَضَائِلِ الْمَيَاتِ أَوْ الْحَيَوَانِ بِمَعْنَى  
عَنِ الْهَوَاءِ (biogas)

غَدَّةٌ: قُصْرٌ أَوْ مَجْمُوعَةٌ خَلَايَا سَحَرٌ مُؤَدِّ بِسَحَرَتِهَا الْحَبِ (gland)

غَرَوَانِيٌّ: غَرِيحٌ مِنَ الْخَسِيمَاتِ دَقِيقٌ لِمَادَّةٍ مُشْمَعَةٍ فِي مَادَّةٍ أُخْرَى لَا  
تَدْرُبُ فِيهَا (colloid)

غَشَاءٌ: جِلْدٌ رَقِيقٌ جَدًّا (membrane)

غَشَاءٌ نَصْفُ مُنْفَذٍ: غَشَاءٌ بِسَحَرٍ مُرَوِّحٍ بِحَرَارَتِهَا (كَمْعَرِيَّةٌ)  
الْمُشْمَعَةِ وَبَسَحٌ مُرَوِّحٍ الْخَرِيَّاتِ الْكَبِيرَةِ (كَمْعَرِيَّةٌ مُنْفَذَةٌ)

(semipermeable membrane)

غُضْرُوفَةٌ: نَسِيجٌ ضَامٌّ مُخَصَّرٌ فِي تَوَلُّدِ الْأَجْزَاءِ الطَّرِيَّةِ مِنَ الْهَيْكَلِ  
الْعَظْمِيِّ وَبَعْضِ الْمَعَادِنِ: الْهَيَاكِلُ الْعَظْمِيَّةُ لِبَعْضِ الْأَسْمَاكِ كَالْقُرْشِ

وَالشَّفْمِزِ غُضْرُوفِيَّةٌ بِكَامِلِهَا (cartilage)

غُلَّةٌ: دَوْلَةٌ تَقْوِيَّةٌ: مَادَّةٌ مُرَوِّحَةٌ تُعْطَى لِلْمَرِيضِ لِمَقَارِبِ الْأَرْوَاحِ  
بِنَاثَرَةٍ مُعَالِجَةٍ (placebo)

الْغُلَافُ (الْجَوِّيُّ) الْخَارِجِيٌّ: أَنْظَرِ «الْكَمُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ الْحَوِيُّ الشَّغْلِيٌّ: أَنْظَرِ «الْتَرُوبُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ الْجَوِّيُّ الْخَارِجِيُّ: أَنْظَرِ «الْأَبُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ الْحَوِيُّ: أَنْظَرِ «الْمُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ الْحَيَوِيُّ: الْمَطَاقُ الْأَرْضِيُّ وَالْحَوِّيُّ حَيْثُ تَوَاجَدَ الْكَائِنَاتُ  
الْحَيَّةُ (biosphere)

الْغُلَافُ الصَّخْرِيُّ: الطَّبَقَةُ الْأَرْضِيَّةُ الَّتِي تَشْمَلُ الْقَتْرَةَ وَالذَّنَارَ  
الْقَلْبِيَّ (lithosphere)

الْغُلَافُ الطَّبِيقِيُّ: أَنْظَرِ «الْمُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ اللَّوْنِيُّ: طَبَقَةُ الْعَرَابِ فِي حَوِّ الشَّمْسِ الَّتِي تَسْقُطُ بِحَرَارَةٍ  
(chromosphere)

الْغُلَافُ الْمَانِعُ: التَّنَاقُلُ الَّتِي مِنَ الْأَثَرِ (asthenosphere)

الْغُلَافُ الْمُنَوَّسُ: أَنْظَرِ «الْمُوشَنِيَّةُ»

الْغُلَافُ الْمَغْنِطِيْسِي: الْمَجَالُ الْمَغْنِطِيْسِي حَوْلَ نَجْمٍ أَوْ كَوْكَبٍ  
(magnetosphere)

غُلْفَةٌ: مَتْنٌ (الْحَدِيدُ) بِالرُّنْدِ الْوَقَائِيَّةِ مِنَ الصَّدَا (galvanize)

غُلُوبٌ: مَحْصُولٌ دَاخِلُ الْهَرُمُونَاتِ وَالْبِيُوْتُونَاتِ الْعَوَلُوبَاتِ تَجَلُّ  
الْكَوَاكِبِ تَمَاسِكًا مَعًا (glue)

غَيْمَةٌ سَدِيمِيَّةٌ: أَنْظَرِ «سَدِيمٌ»

## ف

فَارَةٌ لِلْحَاسُوبِ: سَبِيحَةٌ تُسَكُّ بِالْيَدِ تُسْتَعْمَلُ لِلْحَكْمِ فِي تَوَثُّرِ مَزْمِي  
الْحَاسُوبِ (mouse)

الْفَاصِلُ الطَّبِيقِيُّ: أَنْظَرِ «الْمُوشَنِيَّةُ»

فَاعِلَةٌ إِشْعَاعِيَّةٌ: أَنْظَرِ «إِشْعَاعِيَّةٌ»

فَاعِلَةٌ كِيمَاوِيَّةٌ: أَنْظَرِ «فَاعِلَةٌ»

فَجٌّ: شَوْءٌ أَوْ مَلِكٌ فِي الْحَجَرِ الْحَمِيرِيِّ تَوْسَعُ دَوَابِلُ الصَّخْرِ شَرِيبًا فِي  
مَاءٍ أَنْظَرِ (grike)







ماء يسي. ماء حال من ملاح الكالسيوم والمغنسيوم اللين (soft water)

مادة: كل ما هو ذو كتلة ويشغل خيزاً وتطلق أيضاً على أي تجمع من جسيمات مادية (matter)

مادة تنظف: أنظر، تنظيف.

مادة غروانية: أنظر، غرواني.

مادة كيميائية، كيميائي: مادة يمكنها التغير عند انحدارها أو مزجها مع مادة أخرى. (chemical)

مادة مغذية: أنظر، تغذية.

مسطورة شمسية: منظومة خلايا شمسية تجمع الطاقة من الشمس لاستخدامها في تسخين الماء أو توليد الكهرباء، مثلاً (solar panel)

مانع التآكل: أنظر، مضاد التآكل.

مانع التلوث: أنظر، مطهر.

مائع: مادة سيالة، أي هي سائل أو غاز أو بحر (fluid)

معدنية الطاقة: أنظر، نظرية الكم.

معدل التآكل: أنظر، عاكس التآكل.

مبيد الآفات: مادة تستخدم لقتل الآفات كالحشرات والطحالب المضرّة (pesticide)

مقابل: أنظر، شكل ناطقي.

متفجئة أعظم: نجم كبير متفجئ في نهاية عمره. (supernova)

متحج: أنظر، كمية متحج.

متعض: كائن حي يتألف من خليط واحد أو أكثر. (organism)

متعض صغير: خلية مجهرية، متعض دقيق لا يرى إلا بالمجهر. (microorganism)

متغير اللون بالضوء: صفة للجسم (كعدسة النظارة مثلاً) الذي يغير لونه أو متغير عند تعرضه للضوء ثم يستعيد لونه بمرور. (photochromic)

متفاعلات: المواد المشاركة في تفاعل كيميائي. (reactants)

متفجرة: تسمى بؤلة الطاقة للخلية (mitochondrion)

متماثل: أنظر، مطهر.

متنطد: كانت، مادة تمنع التفاعل كيميائي (inhibitor)

ملوي: أنظر، موش.

مجال الكهروستاتي: أنظر، مجال كهروستاتي.

مجال القوة: شحنة التي يهتز فيها. (force field)

مجال كهروستاتي: مجال الكهروستاتي: مجال القوة المحيط بجسم مشحون كهربائياً (electrostatic field)

مجال مغناطيسي: منطقة حول المغناطيس تظهر تأثيراً انجذابياً فيها (magnetic field)

مجرة: مجموعة كبيرة من المجرات والغاز والحقبة المتماثل مكاناً (galaxy)

مجرياً: تدعى دُرجة البقاء (مجرى)

مجفف: جافة: وعاء تحكّم الشدّة تستخدم لتجفيف المواد وحفظها (desiccator)

مجموعة بيئية: أنظر، جماعة.

مجهر، ميكروسكوب: جهاز يُكثّر صور الأجسام بواسطة منظومة من العدسات (microscope)

مجهر إلكتروني: مجهر يستخدم حزمة أشعة إلكترونية ككوس صورة مكثرة حد الجسم (electron microscope)

مجهود: أنظر، جهد.

محصلة: حصيلة القوة الاحتمالية الناتجة من مائتين قوتين أو أكثر في الجسم. (resultant)

محطة فضائية: مركبة مصممة مسبقاً مافوق تدور حول الأرض (space station)

محلول: مزيج محتلط فيه جزيئات الذرات بحريّة اندماج (solution)

محلول مُعلق: أنظر، مُسَقَّق.

محمّ مُوصد: وعاء موي صامد يُستخدم لإجراء تفاعلات كيميائية وتعليق تجميري على درجة حرارته وتحت ضغط عالٍ (autoclave)

محور: خط وهمي يدور الجسم حوله. (axis)

محور الخطين: الخط الذي يمثل الخط الشعري على طول (axis)

محول (كهربائي): نية تربية الفلزية أو تحفّضها (transformer)

محول حفّز: نية في السيارة تستخدم حفّزاً لتحويل غازات العادم السامة إلى غازات أقل ضرراً، (catalytic converter)

المحيط الحيوي: أنظر، الغلاف الحيوي.

المخ: الكرة الرنسية من الدماغ في فئة الخممة يقوم بمعالجة المعلومات والتحكم في مشاط الأعضاء الحيوية (cerebrum)

مخاريط: خلايا مخروطية الشكل في شبكة العين، حساسة للصورة، يمكن من مشاهدة الألوان (cones)

مخرج: أنظر، مخرج.

مخطط فلوري: مخطط يتكوّن على لوحة فوسفورية عند إمرار حزمة من الأشعة السينية عبر البلورة. (crystallogram)

مخلوط: أنظر، مزيج.

المضيق: جزء الدماغ في مؤخر الخمة يتحكم في حركة العضلات

والموارث. (cerebellum)

مدور: مسار جسم ككوكب أو سائل (مجرى جسامي) مثلاً حول جسم آخر كجسم أو كوكب (orbit)

مداري: ذو شمس حارّ تتخلّله فترات مطر عرير (tropical)

مدخل: أنظر، مدخل.

مدفعة إلكترونية: سبلة تُسجّ يتأرا من الإلكترونات (تسمى شعاع إلكتروني) تستخدم في لأجهزة، (إلكترونية كاسيترون مثلاً (electron gun)

لغالب، الناقبة: المادة التي تدور في الغلاف لتكوّن المحلول. (solute)

مذبذب: جهاز يولد تياراً متذبذباً مُعدّد التردد. (oscillator)

مذبذب: نجم مُذبذب: كرة من الغاز المتجدد والقبلي تدور حول الشمس فيمسك بعض النجوم حلماً (في الجهة المُسافة للشمس) كالكسب. (comet)

للديعة: المادة (وهي غالباً سائلة) التي تدور فيها الذرات لتكوّن المحلول. (solvent)

موجاف: أنظر، سبرومر.

موضح: جهاز يُربط المادة الجامدة من السائل (filter)

مزمدة: مثنى يرشد منه الفلكيون السماء ويديرونه (observatory)

مخطط أمواج: حداث أو سماع حصص شاذ عن طول الساحل ليمع البحات (الناكل) ساحلي (grove)

مركب: مادة تتكوّن من جزئيات أو أكثر من عناصر مختلفة (compound)

مركب الهيدراتي: مركب عضوي يتألف من سلاسل لاحتفّ من ذرات الكربون (aliphatic compound)

مركب هيمي: أنظر، مركب الهيمي.

مركم: أنظر، مطارية.

مرونة: قدرة المادة على التمدد والعودة ثانية إلى حالتها الطبيعية بعد زوال التوتر (elasticity)

مزيج: خلوط، يمزج. يقال في سائلين أو أكثر يحتلط واحدما بالآخر أو بالأحرى (miscible)

مزيج، مخلوط: مادة تتكوّن من اثنين أو أكثر من العناصر أو المركبات غير المتحددة مع كسائراً (mixture)

مسبار رعد لاسلكي: ردة مُعدّات يحمّلها إلى حو الأرض لالمر مالور رعد لجميع المعلومات عن الطقس (radiosonde)

مستخرجة: أنظر، أحفورة.

مستحضر بيروكسيماوي: أنظر، بيروكسيماوي.

مستحلب: عامل استحلاب: مادة تستخدم لخلط سائلين لا يمتزجان بمرحان (emulsifier)

مستحلب: جسيمات دقيقة من سائل مُشتمل في سائل آخر (لا تدور مع) (emulsion)

مستغلق: مخلوط مُعلق: جسيمات دقيقة جداً من مادة حاملة غير ذواتة مُشتملة بانتظام في سائل (لو غاز)، كالحاميل الغروانية (أو الدخان). (suspension)

المستوى الغذائي: وسم (أو مستوى) الحيوان في سلسلة (أو شبكة) غذائية (trophic level)

مسري: أنظر، الكروم.

مستقل: أنظر، هيدروم.

مشابهة: تشابه شكلية: تطوّر الموي البياني أو الحيواني بحيث يشابه شكل نوع آخر. (mimicry)

مشبك: تشابك عصبي: توحيد بين خليتين عصبيتين. (synapse)

مشعر: أنظر، كشف.

مشيج: عرس: حلقة تناسلية (جسمية) كالنطفة (المني) أو البويضة. (gamete)

مضعد: أنظر، دمود.

مضغ الدم: أنظر، «يلارما» (١).

مضجع: أنظر، وحدة صناعته.

مضهر: أنظر، صهر.

مضاد التآكل: مركب يضاف إلى الأطعمة والداش لمنعها من التآكل أو التلف أو الانحلال. (antioxidant)

مضافة: مادة تُضاف كمكونات قليلة، خاصة إلى طعام أو شراب، للتجسين مثلاً لتعطي اللون والطعم (additive)

مطر حفّز: مطر أحمر سفاغل ماء الحز مع الحوامض المتعدّة من مطبات بولد القدرة وعوادم السيارات (acid rain)

مطراف: أنظر، طرف توصيل.

مطلق للحرارة: تفاعل كيميائي يُسخّر حرارة (exothermic)

مطهر: مانع التلوث: قتل البكتريا (antiseptic)

مطاف: مكشاف الطيف: جهاز بصري تحلّل الضوء المنبعث من جسم إلى طيفه (spectroscope)

المعي الأغور: المفرغة: حيث حوامي في معي الحيوان يُهضم فيه الأعذية النباتية (caecum)

معامل الانكسار: دليل الانكسار: نسبة سرعة الضوء في وسط ما إلى

سرعيته في الوسط الآخر عند انكسار شعاع ضوئي. (refractive index)

معايرة بالتحليل الحجمي: طريقة لإيجاد تركيز المحلول بالتحليل الحجمي (titration)

معايرة التركيز: أنظر، معايرة بالتحليل الحجمي.

معايشة: شمسيل أو أكثر يعيش معاً دون أن يلجس أحدهما صرراً لأخر أو لأخرين (commensalism)

معتدل (مناخياً): لطيف الطقس صفاً وتعتدل البرودة شتاءً (temperate)

معدن: مادة تتواجد طبيعياً وليست نباتية أو حيوانية - مثل صخر والخلطات الفيزيائية والفحم والنفط والغاز الطبيعي (mineral)

مغفر: أنظر، «حقيق».

مغذ، مادة مغذية: مادة في الطعام يستخدمها النبات أو الحيوان للنمو (nutrient)

المغناطيسية: قوة الجذب أو التنافي اللافتظورة بين بعض المواد - وبخاصة الحديد. (magnetism)

مقياس ثماني: مقياس لتقدير الخطأ الحتمي العطاء العملي أو كذا واحد حين تُقسّ الشدّة، تُعطي بالحيوم (okta scale)

مفاعلة: أنظر، تفاعل.

مفترس: ضلي حيوان من الصوري يعيش على صيد الحيوانات الأخرى وأغريها (predator)

مفكك عضوي: أنظر، حاد عضوي.

مقاوم: مقاوم كهربائي: مركبة أو عنصر في دائرة كهربائية يُدوّم سريان التيار فيها (resistor)

مقاوم حراري: أنظر، ترمستور.

مقاوم صوتي الاعتماد: مقاوم برداء مُدوّمه يردد شدة الضوء لوانع عليه (LDR «light-dependent resistor»)

مقاوم كهربائي: أنظر، «مقاوم».

مقاومة: مقياس مُصنّعة مركبة أو عنصر الكهربائي في الدارة سريان سريان كهربائي (resistance)

مقاومة للانعكاس: القوة التي تُعطى حركة الجسم السائر عبر سائل أو عار (drag)

مقاومة متغيرة: أنظر، «ريوسستات».

مقاومة الهواء: القوة التي تقاوم حركة جسم في الهواء (air resistance)

مقاوم عصبي: أنظر، «عاكس الطور».

مقياس بوفورت: مقياس مُعطي التدرج من صفر (هدبي) إلى ١٢ (اعصار) لقياس سرعة الريح. (Beaufort scale)

مقياس ريختر (أو ريختر): مقياس شدة الزلازل (قناة من صفر إلى عشرة). (Richter scale)

مقياس كلفن: (Kelvin scale) (أنظر، «المقياس المطلق»).

مقياس مزل: مقياس يُخذّ شدة الزلزال (من ١ إلى ١٢ درجة). (Mercalli scale)

المقياس المطلق: المقياس المطلق لدرجات الحرارة، ويُعرف بمقياس كلفن يبدأ بالمصفر المطلق، ووحدته «كلفن». (absolute scale)

مكثاف السوائل: أنظر، «متر».

متنّف شعوي: أنظر، «فوسع».

مقنور: بولييمر: مركب عضوي ذو جزيئات طويلة تتألف من كثير من الموحودات (لوحدة بنيانية) (polymer)

مكشاف: دائرة في مستطيل راديوي تستغلّ الإشعاعات الصوتية (الدينية المُصنّعة) من الموجة الراديوية (الحاملة). (detector)

مكشاف الطيف: أنظر، «طيف».

مكشاف كهربائي: أنظر، «الكروسكوب».

ملاحظة وسير صوتي: أنظر، «شودر».

ملانين، قاتم: حصص مُني (اسمن) متواحد في الجلد والشعر والعنبر (melanin)

ملتهم الجراثيم: أنظر، «لاقم بكتري».

ملح (١) مركب متكوّن من تفاعل حامض وقاعدة (salt)

(٢) الاسم الشائع للكلوريد الصوديوم. (salt)

(٣) مالح، يُلح. (salty)

مُلفم: شبكية (أشابة) بين الزئبق وفير آخر كالمصير (amalgam)

ملف لولبي، وشعة: ملف حلقي يُنبغ مجالاً مغناطيسياً عند سري به تيار كهربائي (solenoid)

معاكب: أنظر، «تيسومر».

المفرغة: أنظر، «المعي الأعور».

مناخ: ظروف الطقس المتعددة على مدى فترة زمنية طويلة في منطقة معينة: أنظر، «مناخ طارئة».

مُنفص (حوي): منطقة حبيصة صعيد الهواء، مما يُبدد بطقس سيئ عالياً (depression)

مفشور: أنظر، «موشور».

منطقة التبرج: أنظر، «دائرة تبرج».

منطقة التبرج: أنظر، «التروپوبور».

منظار داخلي: جهاز يُستخدم لفحص باطن الجسم. (endoscope)

مُنفذ: مادة تنظيف: مادة تُضاف إلى ماء مُساعده في إزالة الشحم







# فهرس

أرقام الصفحات الغامقة تشير إلى المدخل الرئيسية.

١

- الأباتيت ٤٣، ٢٢١  
الإبحار الشراعي ١١٦  
الأبراج الكهربائية ١٦٠  
الإبصار ٢٠٢، ٢٠٤-٢٠٥، ٣٥٨-٥٩  
إبصار بالعينين ٣٥٩  
الإبصار ليلاً ٢٠٥  
الإبصار المجهشم ٢٠٤  
الأنفا ٣٧٢، ٣٤٥  
انقراط ١٠٤  
ابن النفيس ٣٤٩  
أبو شوكة ٣٦٧  
أبو بنفار ٣٨٩  
أنواع  
~ الشراخس ٣١٦  
~ الطحالب ٣٦٧  
~ الفطريات ٣١٥  
الابواق ١٨٦  
أبير - بقولا ٩٣  
الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة والموارد الطبيعية ٤٠٠  
الاتصالات  
~ القياسية ١٦٢-٦٣  
~ التلفزيونية ١٦٦-٦٧  
~ الراديوية ١٦٤-٦٥  
~ الصوتية والضوئية ١٧٧  
~ الكلامية ١٨٢  
فيزيومات ~ ٣٥١  
أنور ٢٢٤  
الأنهد، الأنثيون ٣٩  
أجاسيز - لويس ٢٢٩  
اجتماع القبة لشؤون البيئة ٤٠٠  
أجراس الأبواب ١٥٦  
الأجسام المصنوعة ٢٤٨  
أجحة  
~ الغشرات ٣٥٧  
~ الصناعات ١٢٨  
~ الضئير ٣٣٢، ٣٥٧  
أجرة إسقاط ١٩٧، ٢٠٨  
أجرة الإمداد من التخازن ٢٧  
الأجهزة التلقونية ١٤٥، ١٦٢، ١٧٧، ٦٣  
الأجهزة الراديوية البلورية ١٦٤  
الأجهزة المشعيرة ٤٠٥  
الأجوتيات ٣٩٤  
أحاديات العلفة ٣١٨، ٤٢٠  
الأحافير ٢٢٥  
~ والانجراف القاري ٢١٥  
~ وإسنان ما قبل التاريخ ٣٣٦  
~ وابزمنيات ٣٢٨  
~ والتطور ٣٠٨  
~ وانبجولوجية التاريخية ٢٢٦  
الإحترق ٤٤، ٦٤ - ٦٥  
الإحترق ١٢١
- ~ والكهربائية الساكنة ١٤٦  
~ ومقاومة الهواء ١١٩، ١٢١  
~ والمكانات ١٣٠  
أخفورة آثار اقدام ٢٢٥  
أحجار السماء ٢٧٢  
الأحوال الجوية ٢٤٨-٢٧١  
أحاديد المثالج ٢٢٨  
الأحاديد المحيطية ٢٢٤، ٢٨٦  
الاختار الإلتافي ٦٢  
اختار لإلتافي ١٨٥  
احتارات اللهب ٦٢  
الاحتار ٦٤-٦٥  
احتلاف المنظر ٢٧٨  
الاحتار ٨٠  
~ الكحولي ٨٠، ٩٣  
الأخدود العظيم (الفراند كانيور) ٢٢٦  
أخدود مارياباس ٢٨٦  
الإحصاب ٣١٨-٣١٩، ٣٦٧  
الأحطوطات ٢٢٤، ٣٥٧، ٣٦١  
إخمات الصبيح ١٨١  
الأذريتين ١٠٤، ١٠٥  
الإدماع - المنصع ٢٤١  
الأدمة ٣٥٤  
أدسور - جورج ٣٩٣  
أدسور - جوي ٣٩٣  
إدنجنون - الشير آرثر ٢٨٥  
أديسون - توماس  
~ وتسجيل الأصوات ١٨٨  
~ والسينما ٢٠٨  
~ والصفحات الكهربائية ١٩٣  
~ والكهرباء ١٦٠  
أدياب الحيل ١٢٠  
الأذنان  
~ والسقم ١٨٢، ٣٥٨  
~ وإقيات الأذنين ١٨١  
الأرانب ٣٢٤، ٣٦٩  
الأرانب البتاعونية ٣٩٣  
أرائوس ٢٨٣، ٢٩٢  
إحصائيات عن ٤١٨  
الشواير العصفائية إلى ~ ٢٧٣، ٣٠١، ٣٩٢  
الأربطة ٣٥٣  
الارتعاش ٢٥٠  
الارتعاع ٢٥٠  
الأزجل ٣٥٦  
أرجوحة نيوش ١٣٩  
الأرجون  
~ في الجدول الدوري ٢٣  
~ في الهواء ٧٤  
استعمالات - ٤٨  
أرخميدس ١٢٩، ١٣٠  
الأركواز ٢٢٤  
أزريات اللابيكس ٣١٧  
أرسطو ٣١، ١٢٠، ١٧٧  
الأرض ٣٤٥، ٣٩٣  
الأرض ٢٠٩، ٢٨٧  
~ ويتكونيات الكتل الصفانحية ١٥-٢١٤
- ~ والخمق العالي ٢٤٧، ٢٧٢  
~ والشفس ٢٨٥  
~ وشوء الحبال ٢١٨-١٩  
إحصائيات عن ٤١٨  
الأمهار على ~ ٢٢٣  
بخار ومحيطات ~ ٢٢٤-٢٢٧  
بدايات الحياة على ~ ٢٠٧  
مراكير ~ ٢١٦-١٧  
بش ~ ٢١٢-١٣، ٤١٤  
تجوية وتحات سطح ~ ٢٢٠-٢١  
الثرت ~ ٢٢٢  
المعيرات المناحية ~ ٢٤٦  
التلوث على ~ ٢٧٤-٧٥  
جاذبية ~ ١٢٢، ١٢٥  
جدول الأزمنة الجيولوجية و- ٤١٤، ٢٢٧  
الجليد والمثلج على ~ ٢٢٨-٢٢٩  
خز ~ ٢٤٨، ٢٤٩، ٢٨٧  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤١٤-١٥  
درجة حرارة ~ ٢٥١-٥٢  
زشم خرائط ~ ٢٤٠  
الزلازل (الهزات الأرضية) ٢٢٠  
الشواير الأرضية ٣٠٠  
شكل ~ ٢١١  
الصخور والمعادن على ~ ٢٢١-٢٧  
ضغط الهواء على ~ ٢٥٠  
للغلاف الحيوي ~ ٢٧٠-٣  
الفضول الأرضية ٢٤٣  
كتلة ~ ١٢٣  
نجال ~ الميطيسي ١١٥، ١٤٥، ٢١٣، ٢١٥  
مصادر الطاقة على ~ ١٢٤  
مباحات ~ ٢٤٢، ٢٤٤-٤٥  
نشا ~ ٢١٠-١١، ٢٧٥، ٢٨٣  
الأرض الجفونية ٢٨٣  
الإزضاع ٣٦٨  
إرفسون - كاري ٨٦  
الأزق ٣٤١، ٣٦٦  
أركيويتريكس ٢٠٨  
أرليخ - پول ١٠٤  
أرمسترونغ - نيل ٣٠٢  
أريستارخوس ٢٨٧  
أريثيوس - سفات ٦٩  
الأزيك ٢٤١  
الأزمنة الحيولوجية ٢٢٧، ٤١٤  
الأزهار ٣١٨-١٩، ٤٢٠  
خضت ~ المرئية بالصوء فوق البيفسجي ٢٠٥  
أزهار الربيع ٣٦٧  
أسارير (عصون) الجلد ٣٥٤  
الأسارير ٢٤٢، ٣٦٣، ٢٨٠  
الأساقين ١٣١  
الإشبات ٢٨١  
الإشبات الضيفي ٢٨١  
الإشبات، النوم ٣٦١، ٢٨١  
الأسبيرين ١٠٤، ١٠٥
- الإشبتاب ٢٥٠  
استحلاب ١٢  
أشتراليا  
الإنجراف القاري في ~ ٢١٥  
الحرايات في ~ ٢٢٥  
الزجاج في ~ ٢٥٤  
علاجيم القصب في ~ ٢٩٩  
الفاخ في ~ ٢٤٥، ٢٦٥  
الاستشواب ٦٢  
الاستشعاع ٢٧  
إشقرار قوى التدوير ١٢٤  
الإستقطاب ٢٠٠، ٢٢١  
الاستقلاب، الايض ٤٢٣، ٤٧٦  
أشئون - غرائيسيس ٦٢  
الاستيلين ٤٤  
أسطوانات خذمة ٢٩، ١٨٨  
أسطوانات خذمة ذات ذاكرات  
قراءة فقط في الحواسيب ١٧٣  
الأسفلت ٩٨  
الإشعجيات ٢٢٠، ٤٢١  
إسقاط مركاتوري ٢٤٠  
الإسقاط والحرائط ٢٤٠  
استكلدا ٢١٨، ٢٢٩  
الاشعة النووية ١١٣، ١٢٧  
أسماء  
~ الكائنات الحية ٣١٠-١١  
~ الكيمويات ٤٠٤  
الاسماك ٣٢٦-٢٧  
اسماك الأعماق ٢٨٦  
اسماك القارة القطبية الجنوبية ٢٦٨  
الاسماك الخفاشية ٢٢٧  
~ الرنوية ٢٨١  
~ الشبيهية ٢٢٧  
~ الطيارة ٢٢٧  
~ المضروغية ٢٢٦، ٢٥٧، ٤٢١  
~ ومقاومة التجعد ٢٦٨  
اشكال ~ الانسيابية ١٢١  
البيئة الباطنية في ~ وسواها من ذوات الدم البارد ٢٥٠  
تصنيف ~ ٤٢١  
تعائش ~ ٢٧٩  
تأمل ~ ٢٦٧  
التفس في ~ ٢٤٧  
خراشيف ~ ٢٥٤  
حواس ~ ٢٥٩  
الحط الجانبي في ~ ٢٥٨  
الدورة الدموية في ~ ٢٤٩  
سباحة ~ ٢٥٧  
ضيد ~ ٢٨٧  
منايات ~ الهوائية ١٢٩  
غذى أعمار ~ ٤٢٢  
هجرة ~ ٢٨١  
الاشعة الكيمائية، للشخصيات  
~ في الزراعة ٩١  
~ من الامونيا ٩٠، ٩٦  
~ من الفسفور ٤٣  
~ من النروجين ٤٢  
غزط المغنيتات و- ٢٧٣
- شعير الفاكهة ٧٩  
الإشعيت ١٩  
الاشعاع الرنوية ٢٤٧  
الاشعاع ٣٤٤  
اسمان سمك الفوش ٢٢٥، ٢٢٦  
اسنان اللبونات ٣٣٤  
خشو تحايف ~ ٨٨  
نحر ~ ٣١٣  
أسهم نارية ٢٥، ٦٢، ١٣٨  
الأسود ٢٩٢، ٢٩٣  
آسيا  
جمال ~ ٢١٨  
الخفاف في ~ ٢٦٥  
شهب ~ المعينة ٢٩٣  
الإشارات الرقمية  
~ ~ والأصوات الإلكترونية  
١٨٩  
~ ~ وتسجيل الصوت ١٨٨  
~ ~ والذرات المتكاملة ١٧١  
إشارات نظيرية ١٧١  
الإشارة (القوجة) الغامقة ١٦٤، ١٦٥  
أشباح يؤوكر ٢٦٩  
أشبه الإنسان ٣٣٦  
أشبه الفلزات ٢٩  
الأشجار  
~ والأزهار ٢١٨  
~ الصنوبرية ٣١٧  
~ والغابات المطيرة ٢٩٤-٩٥  
~ وغابات المناطق المعتدلة ٢٩٦  
~ في الجفاف ٢٦٥  
~ في المشتقعات ٢٨٩  
تكون الفحم من ~ ٢٢٨  
خلفات النحر في الشجر ٢٤٦  
خط الشجر ٢٨٤  
النشح في ~ ٢٤١  
نحر ~ ٣٦٢  
أشجار الراتنجية (بنيسيا) ٢١٧  
أشجار السور ٢٨٩  
أشجار الشديان (البوط) ٢٩٦  
أشجار السنط ٣٧٩  
أشجار السنوبر ٢١٧  
أشجار الكر ٢١٨، ٢٤٢  
أشرطة الحافسات ١٥٥  
الإشعاع  
~ وتشعيع الأطعمة ٩٣  
~ الحارري ١٤٢  
~ والطاقة النووية ١٢٦  
~ وعلم الفلك ٢٩٨  
~ في الكون ٢٧٥  
الإشعاع نور الأحمر  
~ ~ ~ والأرض ٢٤٨  
~ ~ ~ والشفس ١٤٢، ٢٨٤  
~ ~ ~ والطف الكهرمغناطيسي ١٩٢  
~ ~ ~ وعلم الفلك ٢٩٨  
~ ~ ~ والكون ٢٧٧  
الإشعاعية ٢٦ - ٢٧  
أشعاع العناكب ٢٢٢







- الأنواع ٣٠٥  
~ المنهدة بالانقراض ٢٩٨، ٩٩، ٤٢٥  
تصنيف ~ ٣١١، ٣١٠  
تطور ~ ٣٠٩  
أنود (مضغ) ١٦٨، ٦٧  
أنودة ٦٧  
الأنياب ٣٤٤  
الإفترار، الديديات ١٢٦  
~ والرئين ١٨٢  
~ ولزازل الأرضية ٢١٢  
~ ولشع ٣٥٨  
~ الصوتية ١٧٨  
~ الموسيقية ١٨٦، ١٨٧  
الأوالي الحيوانية (البروتوزوا) ٢١٤  
الأوبوسومات ٣٢٥، ٣٧٩، ٣٩٧  
أوبوسومات غربي أستراليا ٣١٩  
الأوتار ٣٥٥  
~ الصوتية ١٨٢، ٣٤٧  
أوتو - نيقولوس ١٤٤  
أوج المجموعة البيئية ٣٧١  
أوجه القمر ٢٨٨  
الأودية  
أودية الأنهار ٢٢٢  
اشالغ الوديان ٢٢٨  
الأودية المغلفة ٢٢٨  
الأوراق  
~ ولتخليق عضوي ٣٤٠  
~ وحركة النوم ٣٥٦  
~ ولشع ٣٤١  
أوراق الصنوبريات ٣١٧  
أوراق كاسية ٣١٨  
أورانوس ٢٩٢  
الأوبنة ٣٤٩  
أورسند - هانز كريستيان ١٥٦  
أوريكسترا ١٨٧، ١٨٩  
أوروبا  
الجفاف في ~ ٢٦٥  
«العصر الجليدي الصغير» في ~  
٢٤٦، ٢٤٢  
العصر الجليدي في ~ ٢٤٦  
غابات المناطق المعتدلة في ~  
٢٩٦  
أوروبا (أحد أقمار المشتري) ٢٩٠، ٣٠١  
الأورميوم ٢٢  
الأوزون - طبقة ~ ٢٤٨  
~ في الخو ٤٤  
أوستنولد - فلهلم ٥٧  
أوكسيد الكربون ٢٤  
الأولوزو ٢٣٠  
الأوليات ٣١٤  
~ ولتخليق الصنوي ٣٤٠  
تصنيف ~ ٣١١، ٤٢٠  
غدي أعمار ~ ٤٢٢  
أوم - جورج سيمون ١٥٢  
الأيات ٢٣٦  
إيشن ٩٧-٩٨، ٤٠٦  
الإيثان الثاني البروم ٩٩  
إيثانول ٩٩، ٤٠٦  
الإيثين  
استعمالات ~ ٩٩، ٤٠٦
- إنتاج ~ ٩٧  
تركيب ~ للجزيئي ٤١  
الإيدر (مقلامة العور المناعي المكسب) ٣١٢  
استمان - جورج ٢٠٧  
أشوبار، خط تساوي الضغط ٢٧٠، ٢٥٠  
الايشوميرات، التماكبات ٤١  
الأبيض، الإشتقالات ٧٦، ٤٢٢  
أيسر بني، إشتقالات بناني ٧٦  
الإيكثيوسوزس ٢٢٥  
أيل الأث داوود ٤٠٠  
أيل الزمة ٢٨٢  
أيل الماع (سيتانجا) ٢٨٩  
أينشتين - البرت ١١٨  
~ والوان الجوز ٢٦٩  
~ والحركة البرومية ٥٠  
~ والطاقة النووية ١٣٦، ١٣٧  
~ ونظريات الضوء ١٩٩، ١٩٩  
~ والبطارية النسيجية ٢٨١، ٢٨٥  
أيو ٤٥، ٢٩٠  
الايونات  
~ في الأملاح ٧٢  
~ في البلازما ١٨  
~ في الكهرباء ١٤٩  
~ في المحاليل ٦٠  
~ في الطبيعة الكتلية ٦٣  
أيونات الهيدروكسيد ٧٠  
الايونوسفير ١٦٥
- ب  
باباج - شارل ١٧٢، ١٧٤  
الباثوليت ٢٢٢  
البايزات ٢٦٢  
الباراشوت ١١٩  
بارد الدم ٢٢٦، ٢٢٠، ٤٢٣  
بارسونز - تشالز ١٤٤  
باركس - الكسندر ٨١، ١٠٠  
الباركسين ١٠٠  
البارود ٦٥  
البارومترات ١٢٧، ٢٥٠  
البارومترات المعدية ٢٥٠  
الباريوم ٦٣  
البارنت ٢١٧، ٢٢٢  
باسنور - لويس ٩٣، ٣٠٧  
بافلوف - إيفان ٢٦١  
باككند - ليو ١٠٠  
الباكليت ١٠  
«باكيتول» (كرات يكي) ٤٠  
الياهو (اللاية الحلية) ٢١٧  
باتين جابوشكين - سيبيليا ٢٧٨  
النبعوات ٢٢٢  
النبور، النبور ٢٢٥، ٤٠٠  
نبور شيفية الأنياب ٢٢٥  
البيروكسيمات والأياف الاصطناعية ١٠٧  
البيشبلند (خام اليورانيوم) ٢٦  
٢٧  
نبلات، نبويات ٢١٨  
البيجمات ٢٠  
البخار ٢٢٤  
الأمواج والمذ والتيارات البحرية ٢٢٥
- ~ والمتاح ٢٤٤  
جليد ~ ٢٦٨  
الضباب للتأققي فوق ~ ٢٦٢  
الطرمادات المائية في ~ ٢٥٩  
مستوى سطح البحر ٢٤٧  
ملوحة ~ ٧٢  
أنظر أيضا المحيطات  
البحيرات (بيتي) ٣٧١، ٣٨٨  
~ القوسية ٢٢٢  
المطر الحامضي و ~ ٦٨، ٧١  
البحار ١٤١  
بخار الماء ٢١، ٧٥  
~ والارطوبية ٢٥٢  
~ والشع ٢٤٩، ٢٦٠-٢٦٢  
~ والضباب والشجيرة ٢٦٢  
~ في الهواء ٧٥  
~ والندى ٢٦٨  
بدائيات النوى (الفونيرا) ٢١١، ٢٤٠، ٤٢٠  
بدايات الحياة ٣٠٧  
بدنوز - جورج ١٤٩  
براج - وليام لورانس ٢٠  
براج - وليام هنري ٢٠  
بزلادات، ثلاثيات ٥١، ١٥٥  
البراغيث ٢٧٩  
تطور ~ ٣٠٩  
الطاعون الدللي و ~ ٢١٢  
قفز ~ ٢٥٦  
براغيث الماء ٢٢٢  
بزافين ٩٨  
البراكين ٢١٦-١٧  
~ التحت مائية ٢٢٤  
~ وتغير المناخ ٢٤٧  
~ وتكوينات الكتل الصخرية ٢١٤  
~ والصخور النارية ٢٢٢  
~ على ليو ٢٩٠  
~ على المريخ ٢٨٩  
~ والبقرة المحيطية ٢١٠  
~ والكبريت ٤٥  
~ ونشوء الجبال ٢١٨  
~ لا ~ ١٤٠  
البراكين الاندريتي ٢١٦  
البراكين النارية ٢١٧  
البرامج الحاسوبية ١٧٢، ١٧٤  
برامجيات الحواسيب ١٧٤  
براند - هينغ ٣١، ٤٢  
براهي - نيكو ٢٩٦  
براون - روبرت ٥٠  
برنقالي المثل ٧٢  
بزج الرياح ٢٥٥  
برجشوند (شهوة أخدودية صحنه) ٢٢٨  
برحان ٢٢١  
البرد ٢٥٧، ٢٦٤، ٢٦٧  
البراء، الملاريا ٢١٤  
برزخ شاطيء (تعمولو) ٢٢٧  
بريلفوس - جونز ٤١، ٥٢، ٥٦  
البرق ٢٥٧  
~ وتحولات الطاقة ١٢٨، ١٧٧  
~ والتفاعلات الكهربائية ٥٢  
~ وحنات البر ٢٦٧  
~ والكهربائية الساكنة ١٤٦
- ٢٤٩، ٤٧  
البزك الطينية ٢١٧  
بزك الندى ٢٦٨  
الزمنيات ٣٢٨-٣٢٩  
المية الداخلية في ~ ٢٥٠  
تصنيف ~ ٤٢١  
غدي أعمار ~ ٤٢٢  
برنارد - كلود ٢٥١  
البرقيات ٢٥٧، ٢٨٥  
البروان ٩٧-٩٨  
البروتينات  
~ والوراثيات ٢٦٤  
~ والنفعية ٧٨، ٢٤٢  
كبريت ~ ٤٥  
مهم ~ ٢٤٥  
بروست - جوزيف لوي ٥٨  
البروسيميات ٢٢٦  
بروكس - لافيح ~ ٢٦٩  
البروم ٤٦، ٥٠  
البروميدات ٢٩٤  
البروم ٢٨، ٨٨  
بريستلي - جوزيف ٤٤، ٧٤  
البرومات ٢١٢  
البروات الفضائية ٢٠٢  
البراق ٢٢٤، ٢٥٦  
البرور ٢١٧، ٢١٩  
البرورة ٩٢  
بشكال - بلير ١٢٨، ١٧٤  
بشير - هنري ٨٤  
البشر  
~ والتلوث ٢٧٤-٧٥  
~ والحواسر والمدن ٢٩٧  
~ والنمو السكاني ٢٧٢، ٢٧٤  
مبات ~ ٢٦٩  
تطور ~ ٢٠٨، ٢٢٦  
البضل ٧٨، ٢٦٢  
البضلات الجديدة ٢٦٦  
بصمات الاصابع ٦٢، ٢٥٤  
البط ٢٢٢، ٢٨٢، ٨٢  
البطارق ٢٨٢  
البطارقات ١٥٠-١٠٠  
~ الحافة ١٢٩  
~ القلوية ٧٠  
~ والكهرباء ١٤٨  
~ المزكم العضوي الرصاصي ٦٨  
حارسين (زنگ) ~ ٢٦  
بطة الغنر ٢٨٢، ٢٨٢  
البطلينوسات ٢٢٤، ٢٥٥، ٢٨٥  
بطر الموجة ١٨٦  
بطيات الاقدام ٢١٠، ٢٢٤  
البعام (الشيفانريات) ٢٢٦، ٢٧٨  
البفوس ٢١٤  
البفن ٢٨٥  
بق الوزق ٢٦٢  
البقاري الجزيئية ٢٩٤  
النكثريا ٢٠٥، ٣١٢  
الأمراض و ~ ٢٥١، ٢١٢  
~ في قاع البحر ٢٢٤، ٢٨٦  
~ الكثرية ٤٥  
الكنات (الفيروسات) و ~ ٢١٢  
للحلايا النكثية ٢٢٩  
بورة الفروجين و ~ ٢٧٢  
لعفاقر و ~ ١٠٤، ١٠٥  
للبن الرائب و ~ ٨٠
- غدي أعمار ~ ٤٢٢  
مطهرات ~ ١٠٥  
النكثريا الموزقة ٢٠٧  
النكثريا النكثية ٢٢٩  
النكث ١٢١  
بل - الكسندر غراهام ١٦٢، ١٨١  
البلاتين ٢٢، ٢٧، ٨٦  
البلازما، حالة للعائة ١٨  
بلازما الدم ٢٤٨  
بلاك - جوزيف ٧٤  
بلانك - ماكس ١٩١  
بلج البحر ٢٢٤  
البلسارات ٢٨١، ٢٩٨  
بلوتو ٢٨٢، ٢٩٣  
إحصائيات عن ~ ٤١٨  
إكتشاف ~ ٢٩٢  
البليوتوم ٢٢، ١٢٦-٢٧  
البليورات ٣٠  
الاملاح البلورية ٧٢  
النبة الايونية ل ~ ٢٨  
~ السائلة ٢٠، ١٤٠  
~ في اكتشف الثلجية ٢٦٦  
~ وماء التلور ٧٥  
المعادن البلورية ٢٢١  
بنات أوى ٢٤٢  
بنج ٤٢، ١٠٥  
بنجا الاحمر ٢٨٤  
بنجات ٢٩٨  
استدول، الرقاص ١٢٦  
بنون - روجز ١٩٢  
بنرياس - أرنو ٢٧٥  
بنريين ٤١، ٩٦  
بنرييلين ١٠٥، ٢١٥  
بنكرياس ٢٥١  
النبة الذرية ٧٤-٥  
~ والإشعاعية ٢٦-٧  
~ والأكسدة والاحتزال ٦٤  
~ والترابط ٢٨-٩، ٥٢، ٥٢  
~ والجذول الدوري ٢٢-٢  
٤٠٢-٢  
~ والطاقة النووية ١١٢، ١٢٦  
~ والظاهرة الكهرصونية ١٩١  
~ في المركبات ٥٨  
~ والطبيعة الكتلية ٦٢  
البواء ٢٢٠، ٢٩٤  
بوابات «أوى» في الدارات المنطقية ١٧١  
بوابات «أوى» الدارات المنطقية ١٧١  
بوابات «أوى» في الدارات المنطقية ١٧١  
البوتاسيوم ٢٤  
~ واحتمار الذهب ٦٢  
~ والكثرة ٦٧  
تفاعلية ~ ٦٦، ٤٠٥  
نور - نيلز ٢٥  
نورت - جوبائن ٢٧٧  
بورنل - جوسلين ٢٨١  
البورون ٢٩  
بوش - كارل ٩٠  
البوصلات ١٤٥، ١٥٤  
بوهورت - الاميرال الشير  
فرانسيس ٢٥٦



[illegible]



- التقنية الكهربائية ٦٧  
التأثيرات ٢٢١  
توازن ١١٧  
~ التفاعلات ٥٤  
~ قوى الدوران والتدوير ١٢٤  
~ مشتق ١٢٤  
توافق ١٨٦  
التوافقات ١٨٦  
التوليد ٢٢١  
توت الأرض (العريز) ٢٦٦  
التوتر الشطحي ١٢٨، ١٢٩  
التؤدد ٢٦٧، ٢٢٩  
تور (وحدة ضغط) ١٢٧  
تورينج - ال ١٧٥  
توريشلي - إيفانجليستا ١٢٧  
التوصيل ١٤٢  
توكاماك ١٢٧  
تومبوغ - كلايد ٢٩٢  
تويجيات (بتلات) ٢١٨  
تيار الخليج ٢٢٥  
التيار الكهربائي ١١٨-١٩  
استيار التناوب ١٥٩، ١٦٠  
استيار التشتت ١٥٩، ١٦٠  
تيارات الخلل (الحراري) ١٤٢، ٢٥٥، ٢٦٠، ٢٦٢  
التيارات الدائرية ٢٢٥  
التيارات المحيطية ٢٣٥، ٢٤٤  
التيارات المغناطيسية (الماوريات) ٢٥٤  
ثبات ٢٩١  
الثباتيوم ٣٢، ٣٧  
لثنيك ١٨٥، ٢٦٣  
نبتينا ٢٩٢  
اشفا الفريضة الورق ٢٨٨  
استيومات (الاعاصير المدارية) ٢٥٨  
تيدال - جون ٢٦٩  
ث
- ثالث فوسفات الاديوسين (أ ت ب) ٤٢-٢٤٦  
ثاني أكسيد الكبريت  
تلوث الهواء ~ ~ ~ ٤٥  
٢٣١  
حامض الكبريتيك من ~ ~ ~ ٨٩  
ثاني أكسيد الكربون ٤٠  
إختيار تعرف ~ ~ ~ ٤٠٤  
~ ~ ~ والتطبيق الصوني ٦٥  
٢٤٠  
~ ~ ~ الجليدي ٢٠  
~ ~ ~ ومطاهرة الذبذبات ٤٠  
٢٧٢، ٢٤٧  
~ ~ ~ ولغات المطيرة ٢٩٥  
~ ~ ~ في الهواء ٧٤  
~ ~ ~ والمطر الحمضي ٢٣١  
~ ~ ~ والوقد الأحفورية ١٢٥  
بورة الكربون ~ ~ ~ ٢٧٢  
ثاني أكسيد النتروجين ٥٤  
ثاني فوسفات الاديوسين (أ ب) ٤٢، ٤٣  
الثريا ٢٨٠  
الثعالب ٢٧٩، ٢٩٧
- ثقلب العنك ١٤٢، ٢٩  
الثعلب الغمي ٢٩٠  
ثعلب الماء ٢٨٨، ٤٠٠  
ثقاب - عبادان ٢٢، ٥٢  
ثقب سوياء ٢٨١  
ثلاجات، جرادات ٥١، ١٥١  
استنج ٢٦٦، ٤١٦  
~ وتكون المطر ٢٦٤، ٢٦٥  
~ والحديد ٢٢٨  
حط ~ ٢٨٤  
ثانية المعدل شريحة ~ ~ ١٤١  
تور (إله الرعد) ٢٥٧  
الثورة الصناعية ٧٤، ٢٢٨  
ثبات التو ٢٨١، ٢٩٢  
ثبات التثبيت ٢٨٤  
ثبات المشك ٢٨٢  
ج
- الجاذبية ١١٥، ١٢٧  
~ الأرضية ١٢٢، ١٢٥  
~ وانعدام الوزن ٢٠٢  
~ وشرة الإفلات ٢٩٩  
~ والشرة الانتهاية ١١٩  
~ الصغرية ٢٠٤  
~ والطاقة الكامنة ١٢٢  
~ في النظام الشمسي ٢٨٢  
~ والفخزات ٢٧٥، ٢٧٦  
~ والمجموع ٢٨٠  
~ والضرية النسبية ٢٨١  
صغط الهواء بفعل ~ ٢٥٠  
جاسيرا - كويكب ٢٩٤  
جاكار - جوريك ١٧٤  
جالي - جوهان ٢٩٢  
جاليات (مشتقومات) الطيور ٢٧٨  
جاما - جورج ٢٧٥  
جانيس - رخايس ٢٢٨  
جاسيميد ٢٩٠  
جاولد - مورثون ١٩٩  
الجنال (البينيات) ٢٨٤  
~ والطقس ٢٤٩  
~ والهبازات الثلجية ٢٦٦  
~ كائظمة بينية ٢٧١  
درجات الحرارة في ~ ٢٥١  
صغط الهواء على ~ ١٢٧، ٢٥٠  
كميات المطر في ~ ٢٦٤  
قماخ ~ ٢٤٤  
مشوء ~ ٢١٠، ٢١٤، ٢١٨-١٩  
جبال الألب ٢٥٤، ٢٨٤  
جبال الانديز ٢٥٤، ٢٨٤  
جنال الحليد ٢٢٨-٢٢٩، ٢٦٢  
جنال الروكينز ٢٨٤  
~ ~ ~ وظل المطر ٢٦٥  
جبال الطي ٢١٨-١٩  
الجنال الكتلية ٢١٨  
الجنال الميحادية ٢٢٠  
جبال الهمالايا ٢١٨، ٢٨٤  
جنال الثورال ٢١٨  
الجنس ٧٢  
بلورات ~ ٢٠  
~ ومقياس مؤلف ٢٢١، ٤١٥  
جبل أوليفس ٢٨٩  
جبل بيداثوبو ٢٤٧
- جبل فوجي ٢١٧  
جبل فيروف ٢١٦  
جبل القديسة ميلانة ٢١٦  
~ كينيا ٢٨٤  
جبل واي إيلالي ٢٦٤، ٤١٦  
الخبث ٨٠، ٩٢، ٣١٥  
الخبث الباردة ٢٥٢، ٢٧٠  
الخبث الدافئة ٢٥٢، ٢٧٠  
خنثات مزرعة ٢٥٢، ٢٧٠  
الخبثات المشاحبة ٢٥٢، ٢٧٠  
الخبث، الشق ٢٢٧  
جبنيلات البخور ٢٢٩، ٢٤٠  
الجذات الغراييتية ٢٢٢  
جدار الصوت ١٧٧، ١٧٩  
الجدول الدوري ٢٢-٢٣، ٤٠٢-٢٠  
الجرايات ٢٢٥، ٤٢١  
الحرائيم أنظر الكبريت والكمات  
جراحة ليرية ١٩٩  
الجردان الفعرية ٢٩٠  
الجرف (الصخور الشاهقة) ٢١٤  
الجرف الشاطئي ٢٢٧  
جرف صحري ٢٢١  
الجرمايوم ٢٢  
جربيلند  
الاعطية الجبلية في ~ ٢٢٩، ٢٤٦  
الثلج في ~ ٢٦٦  
مثالج ~ ٢٢٨  
الحرر - المد ~ ٢٢٥  
جزر الشعاب المرجانية ٢٢٤  
الخرع ١٣١  
الخرينات ٢٤  
تكسير ~ الكبيرة بالحفر ٥٧  
غذ ~ ٥٢  
~ وانتقال الحرارة ١٤٢  
~ ودرجة الحرارة ١٤٠، ١٤١  
~ والزوايا الإسهامية ٢٩  
~ في المحاليل ٦٠  
~ في المكثرات ٤١، ١٠٠  
~ والحرية الحركية ٥٠  
جسر فصيل تاكلوما ١٢٦  
الجنم الشري  
الانصباب في ~ ~ ٢٦٠  
إغتداء ~ ~ ٢٤٢  
بدائل ~ ~ الاصطناعية ١١١  
البيئة الناحية في ~ ~ ٢٥٠-٥١  
النفوس الحوي في ~ ~ ٢٤٦  
النفوس في ~ ~ ٢٤٧  
~ ~ ~ وانعدام الور ٢٠٢  
~ ~ ~ والساقل ٢٦٨  
~ ~ ~ والحرية ٢٥٦  
~ ~ ~ والطب ١٠٤-٥  
خواس ~ ~ ٢٥٨-٥٩  
الدورة الدموية في ~ ~ ٢٤٩  
العضلات في ~ ~ ٢٥٥  
كيمياء ~ ~ ٧٦-٧٧  
المختوى المائي في ~ ~ ٧٥  
نق ~ ~ وتطور ٢٦٢-٦٣  
~ الحررة الحرارية ٢٤٤  
الخشور ١١٧، ١٤١  
~ العتية ١١٧  
~ القنطرة ١١٧  
جشور عتقة ١١٧
- الجسيمات  
جسيمات الجوامد ١٨  
جسيمات الشوائب ١٨  
جسيمات الفارات ١٨  
~ دون الذرية ١٧، ٢٤-٢٥، ١١٢  
~ والرياح الشمسية ٢١٢  
~ والصوء ١٩٠، ١٩١  
~ ونظرية التصادم ٥٥  
~ والنظرية الحركية ٥٠  
مصارعات ~ ٢٥، ١٢٧  
الجسيمات المشحونة ٢١٢  
جعل الجراج ٢٥٩  
الحقور ٢٩٤  
الجفاف ٢٦٥  
الاسماك الزنوية ~ ٢٨١  
فترة ~ الأطول ٤١٦  
دورات ~ ٢٤٢  
جلاء اللؤلؤ ٢٠٢  
جلاناجوس - حرر ٢٠٩، ٢٢٠  
جلاشو - شلن ١١٥  
جلبرت - وليم ١٤٥، ٢١٢  
الجلد ٢٢٠، ٢٥٤  
الجلدي ٢٢٦  
الحليد ٢٢٨، ٢٢٩-٢٢٨  
~ وتغيرات الحالة ٢١  
~ وتكون المطر ٢٦٤  
~ وخبثات التزد ٢٦٧  
~ ودرجة الحرارة ١٤٠  
~ والشعب ٢٦٠  
~ والصفيق ٢٦٨  
~ والكيف الثلجية ٢٦٦  
~ والمناطق القطبية ٢٨٢  
~ والمذنبات ٢٩٥  
الحليد الحاف ٢٠  
جليشر - جيس ٢٤٩  
الجنال ٢٤٢، ٢٩٠  
الخشمة، الخفف ٢٢٦، ٢٥٢  
خمس القوى ومعضلاتها ١١٦  
الخطة القصية  
البيئة الداخلية في ~ ~ ٢٥٠  
الذماغ ~ ~ ٢٦١  
العضلات ~ ~ ٢٥٥  
جملة الغد الضم ٢٥١  
الجملة اللغوية ٢٥١  
الجناب  
أزان ~ ٢٥٨  
اعصاب ~ ٢٦٠  
~ والنفوس ٢٦٢  
~ والنمو ٢٨٠  
صير ~ ١٨٢  
الخبثات الكريوزوتية ٢٩١  
جندوانا ٢١٥  
جبر - إوارد ١٠٥  
الحفس ٢١٠  
الحفس البشري ٢٢٦  
الجنين ٢٦٨  
جهاز الصوت والضجيج ١٨١  
أنظر أيضا الصوت  
الحز ٢٤٨-٩، ٢٨٧  
خو الزهرة ٢٨٦  
جو الفشري ٢٩٠  
~ والاشعاع ٢٩٨  
~ والخصبات ٢٥٢
- ~ وطبقة الأوزون ٤٤، ٤٦  
~ ومطاهرة الدفيزات ٤، ٢٧٢  
تلوث ~ ٢٤٩  
زطوية ~ ٢٥٢  
الرياح ~ ٢٥٤-٦  
العيوم في ~ ٢٦٠-٦٣  
أنظر أيضا الهواء  
الخواامد ١٨-١٩  
انتقال الحرارة في ~ ١٤٢  
تغيرات حالة ~ ٢٠  
شدة الصوت في ~ ١٧٩  
كتافة ~ ٢٢  
النظرية الحركية في ~ ٥٠  
خواامد غير ذوية ٦٠  
جونيول - جين ٢٧٨  
الخوزة الصخرية ٢٢١  
حول - جيمس ١٢٢  
الحول ١٢٢  
جوليت - فريدريك ٢٦  
جوليت كوري - آيرين ٢٦  
جي لوساك - جوزيف لويس ٥١  
الجيتارات الكهربائية ١٨٩  
الجير ٧٠، ٧١  
الجيوشكوبات ١٢٥  
الجينات ٢٦٤-٦٥، ٢٦٧  
الجيولوجية ٢٠٩  
الجيولوجية التاريخية ٢٢٦-٢٧  
الجيولوجية ٢٠٩  
أنظر أيضا الصخور
- ح
- الحاجز المرجاني العظيم ٢٨٧  
حار الدم ٢٢٢، ٢٥٠، ٤٢٢  
الحاسبات ١٤٥، ١٧٢، ١٩١  
الحاسبات المخرسة ١٧٠، ١٧٥  
حاسة الشم ٢٥٩  
حاسوب (أنظر حواسيب)  
الحاكي الفوموغراف ١٨٨  
حامض، حمض (أنظر حوامض)  
~ الإيثانويك ٩٩  
~ البيروفيك ٢٤٦  
~ الجلوتاميك ٢٠٧  
~ الخليك ٦٨، ٧٢  
~ الكبريتيك ٤٥، ٦٨-٦٩، ٧٢، ٨٩  
~ الكربوليك ٩٦، ١٠٥  
~ اللبن ٧٧، ٢٤٦  
~ المترك ٦٨، ٩  
ال ~ النووي النويي (ر ن أ) ٢١٢  
~ النثلي ٦٨  
~ الهيدروكلوريك ٦٨-٦٩، ٧٦  
الخبار (الشبيذج) ٢٢٤  
حبر ~ ١٠٢  
سباحة ~ ٢٥٧  
الحثليات ٤٢١  
حث الرياح ٢٢٠-٢١  
الحجاب الحاجز ٢٤٧  
الحجر الجيري (الكلسي) ٧٠، ٧٢  
تحاث ~ ~ ٢٢١، ٢٢٢  
نشو ~ ~ ٢٢٢  
~ وبلاط الرصف ٢٢١  
~ ~ ~ والجيولوجية التاريخية



- ٢٢٦ ~ ~ واربخام ٢٢٤  
~ ~ في صدعة الحديد ٨٤  
الخجر الزئلي ٢٢٦، ٢٢٣، ٢١٩  
الخجر الكلسي الفخاري ٢٢٣  
خجر البفطيس ١٤٥  
لحجرات مظلمة تطهير وطبع  
لاهلام الفوتوغرافية ٢٠٧  
لحجرة الفقاعات ١٧  
الحجم ٢٢  
حدائق الحيوانات ٢٩٩  
حديقة العين ٢٠٤  
الحديد  
استخدامات ~ ٤٠٧  
استخراج ~ بالصهر ٨٤  
اكتشاف ~ ٨١، ٦٦، ٣١  
تفاعلية ~ ٤٠٥  
~ والفولاذ ٨٥-٨٤  
~ في الكائنات الحية ٣٦  
~ والمغناطيسية ١٥٤  
صدًا ~ ٦٤، ٤٤  
مركبات ~ ٥٨  
الحرائق  
الأكسجين و~ ٤٤  
مكافحة ~ ٧١، ٦٤  
نظرية الانهيار و~ ٦٤  
الحرارة ١٤٠-٤١  
انتقال ~ ١٤٢  
بقاء ~ ١١٢  
~ والتفاعلات الكيميائية ٥٢  
~ والمؤشحات ٢٣  
«الحرر الحرارية» ٢٤٤  
الشغل و~ ١٣٢  
الحرارة الكامنة ١٤١  
حراشف السمك ٣٥٤  
الحرب (ج. الحربي) ٢٠٣  
الكوشفيات ٣٣٠  
الحرقة ١٢٠  
~ والامتهارات ١٢٦  
~ الدائرية ١٢٥  
~ الدائمة ١٣٩  
طاقة ~ ١٢٣  
الحرقة البراوية ٥٠  
حرقة وتنقل الحيوانات ٣٥٦-٥٧  
الحديد الصناعي (الرايون) ٨٩، ١٠٧  
المفسر (مفسر البصر) ٢٠٤  
استشعارات ٢٢٣  
الاجزاء الفوقية في ~ ٣٤٤  
الاجهزة العصبية في ~ ٣٦٠  
احافير ~ ٢٢٥  
اصوات ~ ١٨٣  
اغني ~ ٢٠٥  
تحول ~ ٣٦٣  
تصنيف ~ ٤٢١  
التنفس في ~ ٣٤٧  
~ وتاثير الارهاق ٣١٩، ٣١٨  
خواص ~ ٣٥٩  
طيران ~ ٣٥٧  
الهيكل الخارجية في ~ ٣٥٢  
الحصى ٢٣٧، ٢٣٠  
غصن ثلاثية القرن ٢٢٠  
الحضادة الذرزية ١٣٠  
جصاص بروتوسكي ٤٠٠
- ٢٢٧ خضراء ٢٢٣، ٢٢٧  
الحفارات ٥٦-٥٧  
~ في تكسير النفط ٩٩  
~ في اللصوفات ١٠٦  
حفارات الخلايا الوقودية ٥٦  
الحفاظ على البيئة الطبيعية ٤٠٠  
خمر، قوّهات  
ال ~ لرحمىة ٢٩٥  
جفط الأطعمة ٩٣، ٧٩  
حلقات رُحل ٢٩١  
الخلي ٢٢١  
الحليب (اللبن) - بسترة ~ ٩٢  
تحضير اللبن من ~ ٩٢  
~ والبكتونات ٢٢٤-٢٢٥، ٢٦٨  
الحلمات (الثدييات) ١٠٥، ٣١٢  
~ والأمراض ٣١٢  
خدمات الحلا ٣١٢  
الحفلات (المناسبات) ١٨، ٢١٧  
~ والذلات الطباشيرية ٢٥  
~ والطاقة الحرارية الأرضية ١٣٤  
حفلات الماء والنهار ٢١٧  
الحفلات ٣١٢  
الحفلات ٢١٢  
حفلة استيفساء الخزاس ٣١٢  
الحفر النورية ٢٨٤  
حشر الرزد ٣٩٢، ٣٩٣، ٣٩٤  
الحفل (الحفاري) ١٤٢  
حفل، حفل ٣٦٨  
فترات ال ~ ٤٢٢  
جملاج الأكسجين والاسيتيلين ٤٤  
الحقن العالمي ٢٤٧، ٢٧٢  
عمير القبان ٢٩٦  
خواري ثباتية الصخور ٢٧٥  
الحراس ٢٢، ٢٥٨-٥٩  
الحواسيب ١٧٣-٧٤  
الاتصالات الناعية و~ ١٦٢  
استخدام ~ ١٤٥، ١٧٥  
الاصوات الإلكترونية و~ ١٨٩  
افراس ~ ١٧٤، ١٧٣، ١٥٥  
تعرف الكلمات بـ ~ ١٨٣  
تنبؤ الاحوال الجوية بـ ~ ٢٧١  
الدارات المتكاملة في ~ ١٧٠  
الروبوتات و~ ١٧٦  
~ والحاسبات ١٧٢  
~ وعلم الفك ٢٩٦  
الحواصير (أنظر القدر)  
الخواص ١٢١  
الحوامض ٦٩-٦٨  
~ والاملاح ٧٢  
~ والقواعد ٧٠  
~ وقياس الحمضية ٧٢  
الحوامض الامينية ٣٠٧، ٢٤٥  
الحوت الابيض ٢٨٢  
الخونيات ٣٢٤  
الخويصلات الحيطية ٣٢٠  
الحياة على الارض ٢٨٧  
مفاتيح الحياة ٣٠٦  
أنظر أيضًا الحيوانات؛ والكائنات  
الحية؛ والنباتات  
الحية، الاماعي ٣٢، ٣٥٩  
حيات التلوي الجانبية ٢٥٦، ٢٩٠  
الحيوانات ٢٨١-٢٨٢، ٢٨٧-٢٨٨
- ٤٠٠ الحيوانات  
الإبصار في ~ ٢٢  
أدمغة ~ ٣٦١  
الاشجار والفنك في ~ ٢٤٤  
اصوات ~ ١٨٣  
اعصاب ~ ٣٦٠  
أعين ~ ٢٠٥-٢٠٤  
الوان ~ والتلوين ٢٨٠  
ايقاص ~ ٢٩٨-٢٩٩، ٤٢٥  
البيئة الداخلية في ~ ٢٥٠-٥١  
تحول وانتقال ~ ٢٥٦-٥٧  
تربية ~ ٩١  
تصنيف ~ ٢١٠-٢١١، ٤٢١  
تطور ~ ٢٠٨  
التغذية في ~ ٢٤٢  
التفاضل الجنسي في ~ ٢٦٧  
تنفس ~ ٢٤٧  
جماعات ~ ٣٧٨  
حواس ~ ٢٥٨-٥٩  
~ ودورات العلف الحيوي ٢٧٢-٢٧٣  
~ ودورة الكربون ٤١  
~ في الحواصير والمثلن ٢٩٧  
~ في الصحاري ٢٩٠  
~ في الغابات المطيرة ٢٩٤-٩٥  
~ في ضغوط الحياة البرية ٤٠٠  
~ المنحرة ٢٩٣  
دورة الأكسجين و~ ٤٤  
دورة النتروجين و~ ٤٢  
شبات ~ الشقوي ٢٨١  
الشغل في ~ ١٨٢، ١٨٣  
العشرة والتعايش في ~ ٣٧٩  
عصلات ~ ٣٥٥  
فترات الحفل في ~ ٤٢٢  
مدى العمر ~ ٤٢٢  
معدل الاستقلاب في ~ ٤٢٢  
المناخ و~ ١٤٢  
نمو وتطور ~ ٢٦٢-٦٣  
مجرة ~ ٢٨١، ٤٢٥  
هياكل ~ الداعة ٢٥٢-٥٣  
الوراثيات في ~ ٢٦٤-٦٥  
حيوانات القطعان ٢٤٣  
الحيوانات اللبنة النشاط ٢٩١  
أنظر أيضًا اللبونات  
حيوانات ٢٧٠
- ٢٤٨ حشرات اللثم  
الخدع البصرية ٢٠٤  
حرائط ٢٠٩، ٢٤٥  
حرائط الإسقاط الأسطوانية ٢٤٠  
حرائط الإسقاط الشفوية ٢٤٠  
حرائط الإسقاط المنعرجة ٢٤٠  
~ الطقس ٢٥٠، ٢٥٣، ٢٧٠، ٤١٦  
~ المخوم ٢٨٢  
الحرائطيات ٢٤٠  
الخراطيم (بديل الأرض) ٣٢١، ٣٥٢  
~ ٢٦  
خزاف البحر ٢٨٩  
خزانات ٨٣  
الخزفيات ١٠٩  
الخسوف والكسوف ٢٠١، ٢٨٥  
الحشب ١٠٨، ٤٠٧  
خشبين، إيجين ١٠٨، ٣٥٢  
الحشاش ٢١٨  
حشيف ٢٢٨  
الحشيشان ٢٦٨  
الحشب ١٠٢  
~ ولون الجلد ٢٠٢، ٢٥٤  
حط الاستواء  
~ والتيارات المحيطية ٢٣٥  
~ والمناخ ٢٤٤  
تجارت الحرارة و~ ٢٥١  
شكل الأرض حول ~ ٢١١  
نطق الزهر الاسفواني ٢٥٤  
حط يلتشول ٤٠٨  
~ تساوي الضغط ٢٥٠، ٢٧٠  
الخط الجانبية في الاسماك ٢٥٨  
حط الطول ٤١٤  
حط العرض ٤١٤  
الحطاطيف ٢٩٧  
حطوط الانتصاف في اطياف  
النجوم ٢٧٨  
حطوط الانابيب ٨٢  
حطوط الساتل ٢٢٦-٢٢٧  
حطوط فراونهورف ١٩٢  
الحفائش ٢٢٤  
تطور ~ ٢٠٨  
ضرب ~ ١٨٢  
مبيت ~ ٢٩٧  
الحل ٦٩  
حلايا  
التنفس الخلوي ٢٤٦  
~ الاولييات ٢١٤  
~ للبكتيريا ٢١٢  
~ التفاضل الجنسي ٢٦٧، ٢٦٨  
~ اللثم ٢٤٨  
~ الدماغ ٣٦١  
~ الكائنات الحية ٢٢٧، ٣٢٨-٣٢٩  
~ ٣٩  
ال ~ الكهربائية ١٥٠-٥١  
ال ~ الوراثية ٢٦٤-٦٥  
مؤال ~ ٢٦٢-٦٣، ٢٦٥  
حلايا أكسيد الزئبق ١٥٠  
الحلايا للجافة ١٥٠-١  
الحلايا الحيوانية ٢٢٧، ٢٢٨  
الحلايا الشفوية ٢٩، ١٣٤  
١٥١  
الحلايا الصغانية ٢٦٥  
حلايا مؤنسية (أحادية
- الشفويات) ٢٦٥  
الحلايا القلطانية الضوئية  
(الشفوية) ٢٩، ١٣٤، ١٥١  
حلايا كهروضوئية ١٩١  
حلايا اللحاء الداخلي ٢٤١  
حلايا النسيج الشفوي ٢٤١  
حلايا النيكال والكاثيوم ١٥٠  
الحلجان الإفجيجية (المفردات)  
٢٢٦  
حلل الماء البطي المتفجر ٢٣٥  
حلية (اسطر حلايا)  
حلية كهربائية من ليغونة حابضة  
١٥١  
الحماض ٢١٥  
الاحتماض بـ ~ ٨٠، ٩٣  
تكاثر ~ ٢٦٦  
خنازير الهند ٢٩٢  
اصحاب ٢١١، ٢٥٢  
~ القادمة ٢٢٢  
حوافض النصابيع الكهربائية ١٥٢  
الحوطين الفطرية ٢١٥  
الخيار ٢١٨  
الخيال ٢٢٧، ٢٤٧، ٢٤٩  
الحيل ٢٠٨، ٤٠٠  
الحيماء ١٧، ٦٠
- ٤  
الداء السكري ١٠٥  
دائرة البروج ٢٨٢  
الدائيات الكسالية ٢٩٤  
داجير - لويس ٢٠٧  
الدائيات ٧٢  
دائيات التوازي ١٥٢، ١٥٣  
دائيات التوالي ١٥٢، ١٥٣  
الدائيات الكهربائية ١٥٢-٥٣  
~ المتكاملة ١٧٠-٧١  
~ المغناطيسية ١٥٥  
لوحات ~ ١٤٩، ١٧٠  
قصاصير أو قواصع ~ ١٦١  
الدائيات المتكاملة ١٧٠-٧١  
~ في الحاسبات ١٧٢  
~ في الحواسيب ١٧٢  
الدائيات المنطقية ١٧١  
داروين - تشارلز ٢٠٩، ٢٦٩  
ذاتون - جون ٢٤، ٥٣  
الدائيات ١٦٨-٦٩  
الدائيات الصوادة ١٥١، ١٦٩، ١٩٢  
شال ٢٢٢، ٢٧٦  
الدبة  
~ والإشعاعات الشقوية ٢٨١  
~ والتغذية ٢٤٢  
~ الفطرية ٢٨٢، ٤٠٠  
الدائيات الأرضية ٢١٢  
يكتوبيات البكتل الصفاحية  
و~ ٢١٤  
الصخور البركانية و~ ٢٢٢  
النطق الحارة في ~ ٢١٧  
الدراجات  
~ إحتكاك ~ ١٢١  
ديناموات ~ ١٥٩  
صافح ~ ١٩، ٥١  
نزب للثانة ٢٧٤-٧٧، ٢٨٠







الساير الفضائي جيتو ٢٩٥  
الساير الفضائي غاليليو ٢٠١  
~ ~ والنطاريات النووية ٢٧  
~ ~ والكويكبات ٢٩٤  
~ ~ والمشتري ٢٩٠  
الساير الفضائي ثوليسيز ٢٨٥  
٢٠١  
منازل سفير الحبيبة الكويبة  
(كوبي) ٢٧٥  
ساحل، شاطئ، ٢٢٧، ٢٢٦  
الشعاع ١٥٠، ١٢٦  
~ البنوية ١٢٦  
~ الدرية ٢٤  
~ الكيمائية ٥٤  
~ والمزولة الشمسية ٢٠١  
سافنا ٢٩٢  
ساق غذاء (رند) ٢٦٦  
الساماويوم ٢٧  
السنائك ٢٨، ٥٩، ٨٨  
~ واشباه الفلزات ٢٩  
~ انفولادية ٨٥  
~ القصديرية ٢٨  
الستياغة ٢٥٧  
سباقات التنازع ١١٩  
الستيفات المخرجة (الافرجلين)  
٢٨٩  
الستيفات الخفية ٢٢٨، ٢٨٩  
الستر بالصدى ١٨٥  
شبالاناسي - لازاو ٢٠٧  
سبونيت ٣٠٠  
الستيفات (العنارات)  
٢٥٧، ٢٢٤  
الستيفات والدفع الثقا ٢٥٧  
سبيكة اللعام ٨٨  
ستراوثير - فردريخ ككوله فون  
٤١  
ستراسمان - ميرثر ١٢٧  
الستريشيوم ٢٥  
ستوديوالت التمشيل ١٨٨  
~ ~ الصوتي ١٥٥، ١٨٨  
ستيفسون - جورج ١٤٢  
ستينو - بقولوس ٢٢٦  
شحابة شتاجية (مبار خناج) ٢١٦  
الشحاب ٢١٩، ٢١٠-٢١١  
إشتمطار ~ ٢٦٥  
~ والبرد ٢٦٧  
~ والبرق ١٤٧  
~ والبرق والرعد ٢٥٧  
~ والتلوث بالاحوال الجوية  
٢٧٠، ٢٧١  
~ والتلج ٢٦٦  
تكون ~ ٢٦٢  
جنهات ~ ٢٥٢  
~ والمطر ٢٤١، ٢٦٤  
شحاب دبيلة مخصوبة ٢٦١  
الشحاب الزكامية ٢٦٠، ٢٦١  
الشحاب الزكامية الخرنية ٢٦١  
٢٦٧، ٢٦٤  
الشحاب الشمسية ٢٤٩، ٢٦٠-٢٦١  
٦١  
الشحاب الطبقية ٢٦٠-٢٦١

الشحاب الطبقية الخرنية ٢٦١، ٢٦٢  
شخد، شحبة ٢٦٨  
شذ اسوان ٢٨٨  
الششم ٢٧٤، ٢٧٦  
الشذور ٢٨٨  
شديم الشيطان ٢٨١، ٢٩٧، ٢٩٨  
الشرب ١٩٦، ٢٦٩  
الشراخس ٢١٦، ٤٢٠  
الشراخس الشجرية ٢١٦  
السرطان - داء ~ ٢٧، ١٠٥  
الشروطات (السلطومات) ٢٢٢  
زم ~ ٢٤٨  
~ الشاطئية ٢٨٥  
~ الناسكة ٢٧٩  
الشقائق السحرية و~ ٢٧٩  
محار ~ ٢٥٢  
برقانات ~ ٢٦٢  
الشرعة ١١٨  
~ والتنازع ١١٩  
شرعة الاسماك ٢٢٦  
شرعة الاملات ٢٩٩  
شرعة الزيج ٢٥٦  
شرعة الصوت ١٧٩  
شرعة الضوء ١٩٠-١٩١، ٢٧٤  
~ بسية ١١٨  
شرعة (الجمية) ١١٨، ١١٩  
الشرعة النهائية ١١٩  
الشذوغة (فوس النسي) ٢٢٢  
الشوامات  
دورة حياة ~ ٢٢٢، ٢٦٢  
برقانات ~ ٢٤٤، ٢٨٨  
الشطوح الاسيانية الرابعة ١٢٨، ٢٥٧  
شطوح العروق ٢٢٢  
الشطوح المائلة ١٢١  
الشعادين ٢٢٦  
زعيق ~ ١٨٢  
~ في الغابات المطيرة ٢٩٤، ٢٩٥  
سعة  
~ الامواج الصوتية ١٨٠، ١٨١  
~ الدببات ١٢٦  
الشغلة (الاورانغوتان) ٢٢٦، ٢٩٥  
الشغل، شوة التغذية ٢٤٢  
الشفن  
~ وحط بلمشول ٤٠٨  
شعر تننرات الاحوال الجوية  
٢٧١  
شونار ~ ١٨٥  
الشفن الهوائية ٤٧  
شقاطات الاثواب الكهرومغناطيسية  
١٥٦  
الشقط الفضيغ ٢٧  
الشكرات ٢٣، ٣٠، ٧٩  
الشكك الحديدية أنظر القطار  
الشكوية ٢١٧  
سلاجف للمياه العذبة ٢٢١  
الشلايل الغنائية ٢٧٧  
الغشب بداية ~ ~ ٢٩٢  
~ ~ في الانهار ٢٨٨  
~ ~ في المحيطات ٢٨٦  
الشلال الموسيقية ١٨٧  
الشلام - عبد ١١٥

الشلحقيات ٢٣١، ٢٨٥  
سلسله التفاعلية ١٠٥، ١٤٠  
سلفسيوس - أنذر ١٤٠  
السلطعون (الشرطان) ٢٢٢  
سليم بيسيل ١٨١  
السلعون الفرقت (الثرونة) ٢٢٧، ٢٨٨  
السلليكا  
~ في الصحور البركانية ٢٢٢  
~ في بشرة الارض ٢١٠  
~ في هياكل المشطورات ٢٥٢  
السلليكون ٢٩  
سباتك ~ ٢٩  
~ في الجدول الدوري ٢٢، ٢٢  
~ في شبه الفوسلات ١٤٩  
السلليولوز ٢٢٩، ٢٤٥، ٢٥٢  
السلليولويد ١٠٠  
الشعاء - رقة ~ ٢٠٠، ٢٦٩  
~ عند المعيب ٢٦٩  
~ وزشد الطقس ٢٧٢  
سماء كظهر الاسقمري ٢٦١  
أنظر أيضا الحز  
سمناد ٩١  
الشعادر ٢٢٨، ٢٢٩  
الشعادر المكسيكية (اجزولوتل)  
٢٢٨، ٢٢٩  
الشعادل ٢٢٨، ٢٢٩  
شعابل الآلم ٢٢٩  
سناخات النخل الإفريقية ٢٢٢  
الشعفة، الميسم ٢١٩  
الشطع ١٨١-١٨٢، ٢٥٨  
الشطفيات ١٨٤  
شكك ابو شحر ٢٨٦  
سمك الزنكة ٢٨٧  
(شكك) الشفن (الياه) ٢٢٦  
شكك الكراكي ٢٤٢  
شعكة الشك (الزيمورا) ٢٧٩  
(أنظر الاسماك)  
شقوق الاطعمة ٧٩، ٢٧٧  
الشفينة (لجنة الشكر) ٢٢٢  
الشجابب ٢٦٤، ٢٩٦  
الشنة  
طول ~ ٢١١  
الشنون الصوتية ٢٧٤  
سنتيفراد ٤٠٨  
سنل - قلرورد ١٩٦  
الشهوب الفرجية الطبيعية  
(البينيات) ٢٧١، ٢٩٢-٢٩٣  
~ ~ الادبية ٢٨٤  
الشهوب الغشبية (الششيس) ٢٩٢  
سهول فيضية ٢٢٢  
الشهول المتصخرة ٢٦٥  
سوء التغذية (الشغل) ٢٤٢  
المسائل ١٨-١٩  
انتقال الحرارة في ~ ١٤٢  
التوتر الشطحي ~ ١٢٨  
شرعة الصوت في ~ ١٧٩  
~ وتغيرات الحالة ٢٠-٢١  
ضغط ~ ١٢٧  
ضغط ~ الهيدرولي ١٩  
المحائل السائلة ٦٠  
مزيجات ~ ٥٩  
النظرية الحركية في ~ ٥٠  
~ للأمروحة ٥٩

~ للمروحة ٥٩  
الشواير الفضائية ٢٧٢، ٢٠١  
~ ~ إلى أورانوس ٢٩٢، ٢٠١  
~ ~ إلى زحل ٢٩١، ٢٠١  
~ ~ إلى الزهرة ٢٠١  
~ ~ إلى الشمس ٢٨٥، ٢٠١  
~ ~ إلى عطارد ٢٠١  
~ ~ إلى القمر ٢٠١  
~ ~ إلى الكويكبات ٢٩٤  
~ ~ إلى كدب هالي ٢٩٥، ٢٠١  
~ ~ إلى المريخ ١٧٦، ٢٠١  
~ ~ إلى المشتري ٢٩٠، ٢٠١  
~ ~ إلى نبتون ٢٩٢، ٢٠١  
~ ~ فايكنغ ١٧٦، ٢٨٩، ٢٠١  
~ ~ فوياجر ٢٧٢، ٢٠١  
~ ~ غارنر ٢٨٦، ٢٠١  
سواير لونا الفضائية ٢٠١  
الشواير والاسماء الكيمائية ٤٠٤  
الشواير ٢٠٠  
~ والاتصالات المتعدية ١٦٢، ١٦٣  
~ ~ للتلفزيونية ١٦٦، ٢٠٠  
~ ~ وللجاذبية ١١٥  
~ ~ ورسم خرائط الارض ٢٤٠  
سواير الاتصالات ١٦٤، ١٦٥  
سواير التلوث بالاحوال الجوية  
٢٧٠، ٢٧١  
سواير زشد الطقس ٢٥٨، ٢٠٠  
مواد صنع ~ ١١١  
الشوق الغداة (الأراد) ٢٦٦  
الشومار ١٨٥  
الشويداء ٢٦٢  
شويداء المل ٢٠١  
السيارات  
مطارات ~ ١٥١  
تسارع ~ ١١٩  
الزويوطات و~ ١٧٦  
شرعات ~ ١١٨  
سوق ~ في الصياح ٢٦٢  
~ دات المحولات المحفرة ٥٧  
~ العاملة بالطاريات ١٥١  
~ العاملة بالهدروجين ٤٧  
محرركات ~ ١٤٢، ٦٥  
مرايا الشوق ١٩٥  
تسمعات توقف ~ ١١٩  
معايير الوقود في ~ ١٥٧  
مكابح ~ ١٩، ١٢٨  
الشيال (السلليكا والالومنيوم)  
٢١٠  
السيتر ١٨٦  
سيراك ٢٢٨  
السيترولازم ٢٢٨  
سيروس ٢٩٤  
السيرومترات ٢٢٠  
السيروم ٢٤  
سيلاكنت شمكة ال ~ ٢٣٤  
السيما (السلليكا والمغنسيوم)  
٢١٠  
السيما ٢٠٨  
ش  
شاتون - إدوار ٢٢٨

شادوف أرخميدس ١٢١  
شادويك - جيمس ٢٥  
شاذونية - الكونت هيلار ١٠٧  
شارون ٢٩٢  
شاشات الحواسيب ١٧٢  
شاطيء، ساحل (أنظر شواطيء)  
شالتر - جورج ٢٩٩  
اشامبو ٩٥  
شبتال - جان انطوان ٨٩  
الشبكات الخليوية في الهواتف  
١٦٢  
الشبكات الغدائية ٢٧٧  
شبكة توزيع الإمداد الكهربائي  
١٦٠  
الشبكة الهوائية الباطنة ٢٢٨  
شمكية الغن ٢٠٤، ٢٠٥  
شبه الظل ٢٠١  
شبه الفوسلات ٢٩، ١٤٩  
الترانستورات و~ ~ ١٦٩  
الذارات المتكاملة و~ ~ ١٧٠  
الليار و~ ~ ١٩٩  
لشيرة ٢٦٠، ٢٦٣  
الشبكات ١٨  
~ البلورية ٢٨، ٢٠  
الشناء ٢١١  
شمال - جورج ٦٤  
شجر الثوب (الشوج) ٢١٧  
الشجر العريض الورق ٢٩٦  
شجرة قنبل اللرنية ٢٠٢  
الشحوم والصابون والمخلطات ٩٥  
شرايح ثنائية المعدن ١٤١  
الشرايف ٢٢٨  
الشرائق ٢٦٢  
الشرايين ٢٤٩  
الشرشوريات ٢٠٩، ٢٢٢  
شرم، واو غاطس ٢٢٦  
شريط شعبي زلمي ١٨٨  
الشريطيات ٢٢١  
الشست ٢٢٤  
الشطوط ٢٢٢  
شع الشمس ٢٤٢  
شع العناكب ٢٢٢  
الشعاب امزحانية ٢٢٢، ٢٢٤، ٢٨٧  
شعة ٢١٠  
الشعر او الوبر ٢٥٤  
الشفيرات ٢٤٩  
الشفن ١٢٨-٢٢٩  
~ والطاقة ١٣٢-١٣٣  
شفان - تيودور ٢٢٨  
الشفات  
~ الثعائبية ٤١١  
شفرات الاعمدة التسعيرية  
١٩٩  
شفرة موزس ١٦٢، ٤١١  
الشفشاف ٢٦٤، ٢٦٦  
الشفق الختوني ٢١٣  
الشفق الشمالي ١٤٠، ١٥٤، ٢١٢  
الشفين ٢٢٦، ٢٥٢  
شفويات الاقدام ٢٢٢  
الشفق (الجوهر) ٢٢٧  
الشفق النخري ٢٢٠، ٢٨٥  
تكاثر ~ ~ ٢٦٦  
الشروطات الناسكة و~ ~ ٢٧٩







- الذ - الموقوتة ١٣٦-٣٧  
قياس الذ - ١٣٢  
كفاية الذ - ١٣٩  
مصادر الذ - ١٣٤-٣٥، ٤٠٩  
مادة التنشيط ٥٢  
طاقة الحرارة الأرضية ١٣٤  
طاقة الحركة ١٣٢، ١٣٨  
طاقة كامنة، طاقة الوضع ١٣٣، ١٣٨  
طاقة الكتلة الحيوية ١٣٤  
طاقة الكيمائية ١٣٢، ١٣٨  
طاقة محددة ١٣٤  
الطاقة النووية ١١٢، ١٣٦-٣٧  
~ ~ والإشعاعية ٢٧  
~ ~ والتلوث ٢٧٢، ٢٨٢  
~ ~ والمغناطيسية ١٣٦  
طاليس القبطي ١٤٥  
الطب ١٠٤-٥  
~ الشرعي ٦٢  
المسار الداخلي في - ١٩٦  
الطاشير  
الانترية - بة ٢٢٢  
الإسم الكيمائي ل - ٥٢  
تكون - ٢١٤  
حصان - ٢٢  
~ في البيابيع الحارة ٢٥  
الطاعة ٢٠٢، ٢٠٧  
الطاعة الرباعية الأنواع ٢٠٢  
طبخ ٧٨  
طبخ على ضغط مرتفع ٢٠  
طبقات الأرض ٢٢٦-٢٧  
طبقة الأوزون ٢٤٨  
تقريب في - ~ ٤٦، ٥٧، ١١٢، ٢٨٢، ٢٧٥  
وظيفة ~ ~ ٤٤  
الطبول ١٨٧  
الطحاب ٣١٦، ٤٢٠  
تصنيف - ٤٢٠  
تكاثر - ٢٦٧  
~ والتلوث ٢٧٥  
~ والتلج القرمطي اللون ٢٦٦  
~ الرقعة المحصورة ٣٠٧  
طحالب الزئ ٢٨٢  
طزخ الألوان ٢٠٣  
طزفة العين ٢٥٦  
الطرنادات (الاعاصير الدوامية) ٢٥٩، ١١٤  
طزوقية ٢٢  
طريقة صولفي ٩٤  
طريقة غراش ٤٥  
الطفرات الوراثية ٢٦٤  
طفره المهن ٢٦٤  
الطفل (الصلصال والطين) ٢٢٢  
الطب الصلصالية ٢٢٨، ٢٢٢  
تكون - ٢٢٢  
~ والحيولوجية التاريخية ٢٧٦  
~ والطين الصبيح ٨١  
~ والفحاريت ١٠٩  
~ الصيني ١٠٩  
الطفر ١٢٩  
مفعول الادغال (الفلاجور) ٢٢٦  
الطغليات ٢٧٩  
ديدار طغلية ٢٢١  
ساتات طغلية ٢١٨
- الطقس ٢٤١، ٤١٧  
اقواس قرح و - ٢٦٩  
البرق والرعد و - ٢٥٧  
بيوت - ٢٥٢  
التنبؤ باحوال - ٢٧٠-٧١  
التلج و - ٢٦٦  
جبهات - ٢٥٢  
حقائق ومعلومات عن - ٤١٦-١٧  
حرائط - ٢٥٠، ٢٥٢، ٢٧٠، ٤١٦  
درجة الحرارة و - ٢٥١  
رصد الاحوال الجوية العالمية ٢٧١  
زحف - ٢٧٢  
الرياح و - ٢٥٤-٥٦  
سوائل - ٢٠٠  
شخ للشمس و - ٢٤٢  
الطرنادات و - ٢٥٩  
~ والاعاصير ٢٥٨  
~ والبرد ٢٦٧  
~ والجز ٢٤٨-٤٩  
~ والزلزلة ٢٥٢  
~ والشمس ٢٦٠-٦٢  
~ والصقيع والندى والحديد ٢٦٨  
~ والصاب والشميرة ٢٦٢  
~ والصبحان ٢٦٢  
~ والصعب الجوي ٢٥٠  
الفصول و - ٢٤٣  
قوى - ١١٤  
المطر و - ٢٦٤-٦٥  
أنظر أيضا المناخ  
الطقسوس ٢١٧  
ظلاء الاظفار ١٠٢  
الحالة الكهربائية ١٤٩، ١٦٧  
الطقس (التلج) ٢٢١  
الطواحين الهوائية ١٣٣، ١٣٤، ٢٥٥  
طوافي الرصد الجوي ٢٧١  
الطوب ١٠٩  
الطوقان ٢٩٤  
الطول الموجي  
~ ~ والالوان ٢٠٢  
~ ~ للامواج الصوتية ١٨٠  
طول النهار ٢١١  
طوقسون - ج. ج. ٢٥، ٦٣  
طوقسون - ولين، (أنظر كلفر - الموردي)  
طبقات محدبة ٢١٩  
طبقات مقعرة ٢١٩  
حنبار (أنظر الطيران) ١١٩  
مبار آلي ١١٩  
الطيران ٢٥٧  
الطيران  
~ السطوح الانسيابية الرافعة و - ١٢٨  
الطير و - ١٢٨، ٢٥٧  
قوى - ١١٤  
مركبات المفاكة و - ١٧٥  
طيران الطيور الانسيابي ٢٥٧  
الطيح  
~ الشمسي ٢٨٤  
~ الضوئي ١٩٢، ٢٠٢
- ~ للكهربائية ١٩٢، ٤١٢  
طب المجوم ٢٧٨  
طب الايقاعات الدري ٦٢  
الطيور ٣٢٢-٣  
أزمنة - ٢٦١  
اعشاش - ٢٢٢  
الوان - ٢٨  
إنسياب - فوق التيارات  
الحرارية الصاعدة ٢٦٢  
أنواع - للمهدة ٢٩٨  
تصنيف - ٤٢١  
تطور - ٢٠٨، ٢٠٩، ٢٢٧  
تعايش - ٢٧٩  
تكاثر - ٢٦٧  
طيران - ١٢٨، ٢٥٧  
~ على الشواطئ ٢٨٥  
~ في الغواص والمقن ٢٩٧  
~ في الغابات المطيرة ٢٩٤-٥  
~ في المناطق الزلزالية ٢٨٩  
~ في المناطق القطبية ٢٨٢-٢  
قوى اعمار - ٤٢٢  
مستعمرات - ٢٧٨  
طيور أبو الجن ٢٥٠  
الطيور الأفروانية ٢٨٩  
طيور البحر ٢٨٥  
الطيور الحياكة ٢٢٢  
طيور الحرسنة القطبية (الشمالية) ٢٨٢  
الطيور الزرقاء ٢٢٢، ٢٨٨  
الطيور الطنانية ٢٤٢  
طيور العرائش ٢٦١  
طيور الفيزدوس ٢٩٥  
طيور الكوي ٢٢٢  
طيور نثار الخشب ٢٩٦
- ظ  
ظاهرة الانقلاب والصبحان ٢٦٢  
ظاهرة تبدال ٢٦٩  
ظاهرة الدنابات ٤٠، ٢٤٧، ٢٧٢  
ظاهرة دوكلر ١٨٠  
الظاهرة الكهربائية ١٩١  
الظباء ٢٩٢  
ظلاء الذئبق ٢٩٢  
ظلاء الشيفر ٢٩٢  
الظربان ٢٩١  
الظلال ٢٠١  
شوياء - ٢٠١  
شيمه - ٢٠١  
ظواهر وتأثيرات عبر عادية في  
اماط الطقس المتغيرة ٢٦٩  
~ الاصوات الإلكترونية  
~ والمؤثرات الحاصفة ١٨٩
- ع  
عنقة ليكي ٢٢٦  
العاشبات  
أسنان - ٢٢٤، ٢٤٤  
اعتداء - ٢٤٢، ٢٤٢  
عاكسات التيار ١٥٨  
عباد الشمس ٧٢  
غذاء الجواسيب ١٧٢، ١٧٤  
الغث ٢٠٥
- عند غمار المنازل ٢٥٤  
العند في النظام الثاني ١٧٢، ٤١١، ١٧٤  
غذائيات خيجر ٢٧  
غذائيات (مقاييس) الشريعة ١١٨  
الغذائية (الهيدرا) ٢٦٦  
العند الدري ٢٤، ٢٢-٢  
غذشات ١٩٧  
~ التلشكوبات ٢٩٧  
~ الكاميرات ٢٠٨، ٢٠٦  
~ المطارات ٢٠٤  
عدسات العيبر ٢٠٤، ٢٥٨  
عدسات فريزل ١٩٧  
للعدسات اللاصقة ٢٠٤  
العدسات للمعدة ١٩٧، ٢٠٤  
العدسات للمعدة ١٩٧، ٢٠٤  
العدسات للمعدة ١٩٧، ٢٠٤  
عرس، مشيح ٢٦٤-٢٦٧، ٦٥  
الغروض بالبلورات السائلة ٢٠، ١٤٠  
الغزل الحراري لتقليل فقد الحرارة ١٤٢  
الغشوة والتعايش ٣٧٩  
الغشوبات ٢٤-٢٥، ٢٦٠-٦١  
العصر الاردوني ٢٢٧، ٢٢٩، ٢٢٩  
عصر الاوليوسين ٢٢٩  
العصر الايوسيني ٢٢٩  
عصر الباليوسين ٢٢٩  
العصر البرمي ٢٢٧، ٢٢٩  
عصر البليستوسين ٢٢٩  
عصر البليستوسين ٢٢٩  
العصر الثالث ٢٢٧، ٢٢٨  
العصر الثلاثي ٢٢٧، ٢٢٩  
العصر الجليدي الصغير ٢٤٢، ٢٤٦  
العصر الجوراسي ٢٢٧، ٢٢٩، ٢٢٩  
عصر الحياة العتيقة ٢٢٧، ٢٢٩  
العصر الديفوني ٢٢٧، ٢٢٩، ٢٢٩  
العصر الرابع ٢٢٧  
العصر السيلوري ٢٢٧، ٢٢٩  
العصر الطباشيري ٢٢٧، ٢٢٩، ٢٢٩  
العصر الكربوني ٢٢٧، ٢٢٩، ٢٢٩  
العصر الكمبري ٢٢٧، ٢٢٩  
عصر الميوسين ٢٢٩  
العصور الجليدية ٢٢٧  
~ ~ والشواطئ المرتفعة ٢٢٧  
~ ~ والمخاليج ٢٢٨-٢٩  
~ ~ والمخاليج المتغيرة ٢٤٦  
الغسلات ٣٥٥  
~ والسفس الحلوي ٢٤٦  
~ والنقل ٢٥٦  
~ والطاقة ١٢٢، ١٢٢  
~ والكهرباء ١٥١  
غصو حاكوسون ٢٥٩  
غشبات ٢٢٨، ٢٢٩-٢٩  
غطار ٢٨٩  
احصائيات عن - ٤١٨  
خفر - ٢٨٦  
الشواير الفضائية إلى - ٢٠١
- مشاة - ٢٨٢  
القصالة ١٢٠، ١٢٥  
العطريات ٤١  
العظام  
الاحافير العظمية ٢٢٥  
~ والروايات انشعابية عن  
الطقس ٢٧٢  
كاسيوم - ٢٥، ٤٣  
أنظر أيضا الهياكل الداعمة  
العطايا ٢٢٠، ٢٥٠  
غص البطاطس ٢١٥  
العقرب ٢٢٢، ٢٩١  
العقاقير ١-٥  
العقبان ٢٩٤  
العقد الموحية والتوافقيات ١٨٦  
العلاجيم ٢٢٨، ٢٩١  
~ في الصحاري ٢٩١  
~ كائنات ٢٩٩  
علاجيم الفص ٢٩٩  
العلامات التياراتية  
~ ~ الجيولوجية ٢٢٦  
علامات الطقس في التراث الشعبي ٢٧٢  
الغلق ٢٢١، ٢٨٨  
علم الارصاد الجوية (أنظر الطقس)  
علم الحياة أنظر الحيوانات  
والكائنات الحية والسمات  
علم الصخور ٢٠٩  
علم الفلك ٢٧٢، ٢٧٤، ٢٩٦  
~ ~ الراديوي ٢٩٧، ٢٩٨  
أنظر أيضا الفضاء والنجوم  
والكوكب  
علم الكونيات ٢٧٤  
علم المناخ الشجري ٢٤٦  
علم وصف طبقات الأرض ٢٢٦-٢٧  
٢٧  
عس الالوان ٢٠٥  
غمر النصف والإشعاعية ٢٦  
عمية ماير ٨٧  
عمية الورر ٦٢، ١٢٤  
عمود فولتا ١٥٠  
العصير ٢٩  
~ والجدول الدوري ٢٢-٢٢، ٢٢٢-٢٢٢  
٢٠٢-٢٠٢  
~ والمركبات والمزيجات ٥٨-٥٩  
القناصر المزة ٧٧  
المنكبات الذهبية ٢٢٢  
المنكبات الذهبية ٢٢٢، ٤٢١  
المنكبات  
إبصار - ٢٥٩  
أشفاق - ٢٢٢، ٢٩٧  
تطور - ٢٠٩  
الهضم في - ٢٤٥  
العوازل  
~ وخصائص المادة ٢٢، ٢٢  
~ الكهربائية ١٤٨  
العواصف  
للشعب الميرة ب - ٢٤٩  
~ والبرق والرعد ٢٥٧  
~ الدوامية المدارية ٢٥٨  
~ والرياح ٢٥٦  
~ والطرادات ٢٥٩  
~ ونار القديس إلو ٢٦٩



- العواقل ٢٠٦، ٢٧٥، ٢٨٦  
العوز - أمراض ~ ٢٤٢  
الغوسق ٢٢٢  
عيد الميلاد - الشمس في ~ ٢٤٣  
عبدان الثقب ٤٢، ٥٢  
عبري - ج.ب. ٢١٨  
العيمان ٢٠٤  
جراحة العين ١٥٧  
~ والإحصار ٢٠٤-٢٥٨، ٥٩  
~ والطرف ٢٥٦  
~ والنفسات ١٩٧  
نيابيك شبيكة العين ٢٢٨  
العيون المركبة ٢٠٥
- غ
- الغابات  
~ وتكون الفحم ٢٢٨  
~ الصبورية ٢٨٤  
~ النصفية ٢٨٤  
الغابات لمطيرة  
بيئات ~ ~ ٢٧١، ٢٩٤-٩٥  
الرطوبة في ~ ~ ٢٥٢  
شاح ~ ~ ٢٤٤  
الغابات المطيرة المدارية ٣٩٤-٩٥  
غابات المناطق المعتدلة ٣٧١، ٣٩٦  
غاريفون الذهب ٢١٥  
لغاز ٢٣٩  
استخدامات ~ ٤٧  
غاز الفحم ٩٦  
محروم ~ ١٣٥  
مشتجات ~ ٩٧  
الغاز الطبيعي ٩٧، ٢٣٩  
الغازات ١٨-١٩  
احتيايات تعرف ~ ١٠٤  
الاستشراب الغازي ٦٢  
انتقال الحرارة في ~ ١٤٢  
تجميع ~ ١٠٤  
تفاعلات ~ ١٠٤  
تمدد ~ ١٤١  
شركة الصوت في ~ ١٧٩  
شوك ~ ٥١  
صفت ~ ١٢٧  
~ وتغيرات الحالة ٢٠  
~ والضوء الملون ١٩٣  
~ المصفوخة ١٩  
~ النبية ٤٨  
~ والمحوم ٢٧٨، ٢٨٠  
~ والنظرية المركبة ٥٠  
القوى في ~ ١٢٨  
كتافة ~ ٢٢  
محاليل ~ ٦٠  
لغازولين ٩٨  
غازارين - يوري ٣٠٢  
العاق الشامي ٢٨٥  
غالييليو غاليلى ١٢٧  
~ ~ ورقاص (بدول) الساعة ١٢٦  
~ ~ ومراقبة الكواكب ٢٨٦، ٢٩٠، ٢٩١
- ~ ~ والمقار ٢٧٣، ٢٩٧  
~ ~ ونظرية الحركة ١٢٠  
عناز الطلع ٢١٨-١٩  
عناء ٧٥، ٩٥  
الغدة الدرقية ٢٥١  
الغدة النخامية ٢٥١، ٢٦١  
العدد الضم والهرمونات ٢٥١  
العداء المنظم ٢٤٢  
أنظر أيضا الاعدية  
الغراء ١٠٦  
الغرافيت ٤٠  
الغرابيت ٢٢١  
تجوة ~ ٢٢١  
تكون ~ ٢٢٢  
~ وشبه الجبال ٢١٨  
عرق لا صدوية ١٨٤  
غروب الشمس، المغيب ٢٦٩  
الغريزة ٢٦١  
الغزلان ٢٤٣، ٢٩٢  
العصروف ٢٥٢  
غطاء الشوكلا ٢٩٠  
العطاسات المتوجة ٢٦٧  
عل مار - ثوري ٢٥  
الغلاف الخبيث ٣٧٠-١  
دورات في ~ ~ ٣٧٢-٣  
الغلاف الجوي الخارجي  
(الإكسوسفير) ٢٤٨  
الغلاف الحراري (الترموسفير) ٢٩٨، ٢٤٨  
الغلاف السفلي (السترووسفير) ٢٤٨-٤٩  
سحب ~ ~ ٢٦١  
~ ~ والإشعاعات تحت الحمراء ٢٩٨  
الغلاف السفلي ٢١٢، ٢١٤  
الغلاف الطبقي (الستراتوسفير) ٢٤٨  
الغلاف اللوني ٢٨٤  
الغلاف المائع ٢١٤  
الغلاف المتوسط (الميزوسفير) ٢٩٨، ٢٤٨  
الغلاف المصطفي ٢١٢  
غلفاني - لويحي ٢٥٥  
علقة ٦٦  
العلوكاچور ٢٥١  
العلوكوز  
صبيغة ~ الكيميائية ٧٩  
~ والتحليل الضوئي ٢٤٠  
~ والتنفس الخلوي ٢٤٦  
~ في الكبد ٧٦، ٧٧  
هضم ~ ٢٤٥  
الفواصات ١٢٧، ١٢٩  
الفواصون وضغط الماء ١٢٧  
غودارد - روبرت ١٤٤، ٢٩٩  
الغوص ١٢٩
- ف
- الفائدة الآلية ١٢١  
فاير - جان هنري ٢٢٢  
فارادي - مايكل ١٥٩، ٦٧  
الفنار ٢٠٦، ٢٤٥  
الغرائز النخريّة ٢٢١  
فارة الحاسوب ١٧٣
- ~ وعلم الفلك ٢٩٦  
~ والنظام الشمسي ٢٨٢  
الكواكب في ~ ~ ٢٨٦-٩٢  
الكون ~ ~ ٢٧٤-٧٥  
كويكبات ~ ٢٩٤  
المخزات في ~ ~ ٢٧٦-٧٧  
المدنات في ~ ٢٩٥  
المخوم في ~ ~ ٢٧٨-٨٢  
النيار في ~ ٢٩٥  
العاكس، الناسوح ١٦٢  
الغصة ٢٧، ٢٦  
تفاعلية ~ ٦٦، ٤٠٥  
~ كمنشج ثانوي في النحاس ٨٦  
هاليدات ~ ٤٦  
العصلات ٢٧٦  
إمراع ~ ٢٥  
الفطر القشلي ٢٩٦  
الفطر الفاريفونية ٢١٥  
الفطريات ٢١٥  
اعتداء ~ ٢٤٢  
تصنيف ~ ٢١١، ٤٢٠  
~ والغابات المطيرة ٢٩٤  
مدى أعمار ~ ٤٢٢  
الغص (فيل البحر) ٢٨٢  
الغصائية، الكيمية ١٢٩، ١٣٠  
الغفاريات ٢٢٦-٢٢٦  
أنظر أيضا الحيوانات، والجسم المشري  
تصنيف ~ ٤٢١  
عضلات ~ ٢٥٥  
هياكل ~ الدائمة ٢٥٢  
العقاقير ١٢٨، ٢٠٢  
معد الحرارة ١٤٢  
فقد الذهب ٢١٥  
الفقمات ٢٩٩  
الفقمات الزاهية ٢٩٩  
الفكار ٢٤٤  
الغلزات ٢٢، ٢٣  
اشياء ~ ٢٩  
تاريخ ~ ٦٦  
الترابط للغري ٢٩، ٢٨  
تمدد ~ ١٤١  
خصائص ~ ٢٢، ٢٣  
سباتك ~ ٥٩، ٨٨  
سلسلة التفاعلية ~ ٦٦  
طلاء ~ بالكهرباء ٦٧  
~ واختبارات الذهب ٦٢  
~ في الجدول الدوري ٢٢  
~ الوضعية ٣٨  
~ للغوية ٢٢، ٢٤  
غوصلية ~ ٢٩، ١٤٢  
غلزات الأتربة الغلوية ٢٥  
الغلزات الانتقالية ٢٦  
غلزات حرارية ١١١  
أنظر أيضا كل فلز مثفره  
الفلسفيا ٢٩١، ٢٢١، ٢٢١  
الغلط ١٥٠  
القطميرات ١٥٢  
القطبية الكهربائية ١٦٠  
فلقة (ورقة البزرة) ٢٦٢، ٢٦٨  
الفلوجستون (اللاهوب) ٦٤  
فلوري - هوارد ١٠٥  
الفلوريت ٤٦، ٧٢، ٢٢١  
الفلورينات ٤٦
- ~ ~ والإشعاعية ٢٦-٢٧  
الأرملة الحيولوجية و~ ٢٢٧  
لشفة جاما و~ ١٩٢  
الاضمحلال الإشعاعي ٤٠٢  
الطاقة النووية و~ ١٢٦  
~ والتلوث الإشعاعي ٢٧٢، ٢٨٢  
الفاكهة - اسبرائز ~ ٧٩  
فاين - فريديك ٢١٤  
فتائل الضمحات ١٦١، ١٩٢  
فتحات الكاميرات ٢٦  
فترات الحفل ٤٢٢  
فترة الدندبات (الاهزرات) ١٢٦  
الفجوح ٢٢١  
الفحم ٢٢٨  
استعمالات ~ ٤٠٧  
تعبير ~ ٢٢٨  
تكون ~ ٢٢٣، ٢٢٥  
الضخان و~ ٢٦٣  
~ والجيولوجية التاريخية ٢٢٦  
~ والكربون ٤٠  
~ والمتحجرات ٥٥  
ضخات القدرة العاملة ~ ~ ١٣٥  
محروم ~ ١٣٥  
مشتجات ~ ٩٦  
فحم ستوميني ٢٢٨  
الفحم النباتي ٤٠  
الفخار ١٠٩  
الفخاريات ٨١  
الفراش  
اساربع ~ ٢٦٢  
تمويه ~ ٢٨٠  
الجعاظ على ~ ٤٠٠  
فراش الخنثج البرتقالية الرقطاء ٤٠٠  
فراش الزرد ٢٨٩  
فرانكلين - سجامين ١٤٧  
فرانكلين - روزالد ٢٦٤  
فرخوبا المخوك الكهربائي ١٥٨  
مزمط المعدنيات ٢٧٢  
مزعقات الشوط ١٧٩  
فرسي - أنريكو ١٢٧  
فرنتيت - عزريال دامبال ١٤٠  
الفرور - تحارة ~ ٢٩٩  
الفرير (نوت الأرض) ٢٦٦  
فرييل - أوغسطين ١٩٧  
فشمندن - ريجنلد ١٦٤  
الفسفانات ٤٣  
الفسفونات التلغريوتية ١٦٧  
الفشور ٢٢، ٤٣  
الفسكاشات (المشخرة) ٢٩٢  
فصل المريجيات ٦١  
الفصول ٢١١، ٢٤٣  
الفصاء ٢٧٣  
إنتقال الحرارة في ~ ١٤٢  
الإستار في ~ ٣٠٢-٣  
التيشكوبات في ~ ٢٩٨  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤٦٨-١٩  
السواقل الفصائية ٣٠٠  
الشمس و~ ٢٨٤-٨٥  
الصواريخ الفصائية ٢٩٩  
الصوت والضوء في ~ ١٧٧
- ق
- القار ٩٨  
قار الفحم ٩٦  
القاربات الليزوتية في المتاجر  
أكبري ١٩٩  
القاربات  
تكون ~ ٢١٠  
تكونيات الكتل الصفائحية ١٥-٢١٤  
شبه الجبال ٢١٨  
القارة القطبية الجنوبية  
الإنجراف الغازي في ~ ~ ~ ٢١٥  
بيئات ~ ~ ~ ٢٨٢  
جليد ~ ~ ~ ٢٢٩، ٢٤٦  
درجات الحرارة في ~ ~ ~ ٢٥١  
الرياح في ~ ~ ~ ٢٥٥  
طبقة الأوزون فوق ~ ~ ~ ٢٨٣، ٢٧٥  
القدرة القطبية الشمالية ٢٧٥، ٢٨٢  
القارورة الهوائية ١٤٢  
قارورة (قارورة) الصاروخ ١٤٢  
قاعدة برنولي ١٢٨  
قاعدة تشكال ١٢٨  
قاعدة اليد اليسرى لمصنع ١٥٨  
قاعدة اليد اليمنى لمصنع ١٥٩  
القائم ٢٨٠  
قانون أرخميدس ١٢٩  
قانون أفوجادرو ٥١، ٤٠٤  
قانون أوم ١٥٢  
قانون بويل ٥١، ٤٠٤



- قانون جريدم - جراهام - في إيشار  
الغارات ٤٠٤  
قانون جي لوساك ٥١، ٤٠٤  
قانون سيل ٤١٣  
قانون شارل ٥١، ٤٠٤  
قانون العار المثالي ٤٠٤  
قانون قبل ٢٧٤  
قانون فوك ١٢٣  
قنامين، بلامين ٣٥٤  
القحف، الجمجمة ٢٣٦، ٢٥٣  
القذرة: قياس نصوص النجوم ٢٨٢  
القذرة، الشغل ١٣٣  
القذرة البخارية ٢١  
تربيات ~ ~ ١٤٤  
مخزونات ~ ~ ١٤٣، ١٢٣  
مخبرات ~ ~ ١٦٠  
القدرة الشمسية ١٣٥  
~ ~ والحلايا القطانية  
الضوئية ١٣٤  
~ ~ واسوايل ١١٥  
~ ~ ومخبرات القدرة ١٩٠  
القدرة الكهربائية ١٢٤، ٢٣٣  
القدرة الكهربائية ١٢٤، ٢٣٣  
أنظر أيضا الطاقة  
الفراد ٢٢٢  
القدرة العوة ١٨٢  
القدرة الكلية ٢٣٦  
القدرة  
خرايف ~ ٣٥٤  
~ ومخبرات الزيمورا ٢٧٩  
هيكل ~ ٢٣٦، ٢٥٣  
قرنا الإستشعار ٢٥٨، ٢٥٩  
القلمية ٢٠٤  
الفرود ٢٣٦  
(أنظر أيضا القردة)  
قربيس ٢٧٥  
الفرجية (في القين) ٢٠٤  
البشرة الأرضية ٢١٠، ٢١٢  
٢١٤  
البشرة القارية ٢١٠  
البشرة المحيطية ٢١٠  
البشرية ٢٢٢، ٣١٨، ٤٢١  
فشريرة ٣٥٠  
فشور، مصدر، دئل  
دئل السلاحف ٢٣١  
فشور البيض ٢٣٢، ٢٣٣  
فشار الزخوات ٢٢٤، ٢٥٢  
القصاص ٢٣  
القضدير  
أشايات (سباتك) ~ ٢٨  
~ والزجاج المقوم ١١٠  
~ في الجدول الدوري ٢٣  
قصر النصر (الخصر) ٢٠٤  
القصور الداتي (العطالة) ١٢٠،  
١٢٥  
القصاصات (تغلب الماء) ٣٨٨،  
٤٠٠  
النضبان المغنطيسية ١٥٤  
القصة (الرصيص) ٢٢٢  
انقطارات  
~ والفاحرات البخارية ١٤٣  
~ الكهربائية ١٤٨، ١٥٨  
قطارات التوسيد المغنطيسي ١٥٦  
القطب الجنوبي للأرض
- القدرة الحادة ١٢٥  
قدرة داعة كهربائية (ق.د.ك.)  
١٥٠، ٥١  
قدرة نفع الطائفة إلى الامام ١١٤  
القدرة القوة والوامة ١١٥  
القدرة الكهروامة ١١٥  
قدرة مضمعة ١٢٠، ١٢١  
القدرة النائدة ١٢٥، ٢١١  
فوس قرح ٢٠٢، ٢٦٩  
قوة الأسن الداخلية ١٨٢، ٢٥٨  
القوى ١١٣  
جئج ~ ومخبراتها ١١٦  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤٠٨-٩  
قوى الاحتكاك ١٢١  
قوى الاعتزازات ١٢٦  
~ والتسارع ١١٩  
قوى الجاذبية ١٢٢  
~ والخزكة ١٢٠  
~ والخزكة الدائرية ١٢٥  
~ والشريعة ١١٨  
~ والشغل ١٢٢  
قوى الضغط ١٢٧  
قوى الطفو والغوص ١٢٩  
قوى المكات ١٢٠-٢١  
قياس ~ ١٢٣  
قوى الثلاثس ١١٥  
قوى الدوران والتدوير ١٢٤  
القوى في الموانع ١٢٨  
قوى اللانلافس ١١٥  
القوى المتوالية ١١٧  
القوى النووية ١١٥  
قياس  
~ الصوت ١٨٥  
~ القوى ١٢٣  
القياسات الإمبراطورية ٤٠٩  
القياسات المترية ٤٠٩
- ك  
الكائنات الحية ٢٠٥-٢٢٧  
تصنيف ~ ~ ٣١٠-١١١  
٢١٠-٢١١  
تطور ~ ~ ٣٠٨-٩  
حقائق ومعلومات عن ~ ~  
٢٢٠-٢٢٣  
~ ~ ~  
~ ~ ~  
الكابيتول وحديد العشب ٨٤  
الكابيتات ٢٩٣  
الكاتدرائيات والدعائم الزائرة  
١١٧  
كاتدرائية لمان ١١٧  
كاتود (مهيبط) ٦٧، ١٦٨  
الكاشف العام ٧٢  
كافندش - هنري ٤٧، ١٢٣  
الكالسيوم ٢٥  
تفاعلية ~ ٤٠٥  
~ في الجدول الدوري ٢٢  
كاليسكو ٢٩٠  
الكاميرات  
~ التلفزيونية ١٦٦، ١٧٧  
~ السيمائية ١٧٧، ٢٠٨  
~ العتو عرافية ٢٠٦  
كاش - أسي جئج ٢٧٨
- الكاولين (الطفل الصيني) ١٠٩،  
٤٠٧  
الكند ٧٦-٧٧، ٢٣٦، ٢٥٠  
الكنديات ٢١٦، ٤٢٠  
الكثرت ٤٥  
استخدامات ~ ٤٠٧  
~ في الجدول الدوري ٢٢، ٢٢٢  
مركبات ~ ٥٨  
كبريتات الباريوم ٢٥  
كبريتات النحاس ٧٢، ٧٥، ٨٦  
كيلر - ثوماس ٢٩٦  
الكبول  
الإغداد الكهربائي ~ ١٦٠  
كبول الألياف البصرية ١٦٢،  
١٧٧  
كئل صخرية ضالة ٢٢٨  
الكثمة ٢٢  
الطاقة ~ ١٢٦  
~ والوزن ١٢٢  
الكتامة  
~ والطفو والغوص ١٢٩  
~ والمادة ٢٢  
كئبار راسية ودليية ٢٢١  
الكئبار الرطبة ٢٣١، ٢٣٧  
كئبار طولانية (سبيية) ٢٣١  
كئبار جلالية (برخان) ٢٣١  
الكحول  
الإحتماز الكحولي ٨٠، ٩٢  
~ ومخبرات النفس ٦٥  
الكزات والخزكة ١١٩، ١٢٠  
الكربتون ٤٨  
كربس - هابر ٢٤٦  
الكربون ٤٠  
التاريخ ~ ~ المشغ ٢٧  
دورة ~ ١١، ٢٧٢  
ذرات ~ ٢٤  
~ والسباتك العزوية ٨٨  
~ والفلم ٢٢٨  
~ في الاتكانات والأكتينات ٤٠٦  
~ في الجدول الدوري ٢٢  
~ في الحديد والفلزات ٨٤-٨٥  
~ في الكائنات الحية ٢٠٥  
~ والكيمياء العضوية ٤١  
~ والنظف ٩٨-٩٩  
كربون الفلور الكلوريني ٢٧٥  
استعمالات ~ ~ ~ ٤٦  
~ ~ ~  
١١٢، ٢٧٥  
الكربونات ٦٩  
كزونات الصوديوم ٩٤، ١١٠  
٤٠٦  
كربونات الكالسيوم  
استعمالات ~ ٧٠  
~ في الزجاج ١١٠  
~ في الماء النقي ٧٥  
~ في الهياكل الداعة ٢٥٢  
الكربوهيدرات ٧٩، ٢٤٢، ٢٤٥  
كربيد النجستن ٨٨  
الكرفس ٢٤١  
كرك - مرسيس ٢٦٤  
الكزونات ٢٩٢  
الكزونات ٢٢٢، ٢٤٨  
الكربلات ٧٩  
كزول - جئج ٢٤٦
- الكروموسومات (أنظر صمغيات)  
كزونات الدم البيضاء ٢٤٨، ٢٥١  
كريكاليف - سيرجي ٣٠٣  
الكريوزوت ٩٦  
الكيساء للريشي ٢٢٢  
الكيتف الثلجية ٧٥، ٢٦٦  
الكشوف والخشوف ٢٠١، ٢٨٥  
الكشوت، خابق الكرسنة ٢٧٩  
الكظيمة (القارورة الحوائية) ١٤٢  
الكماية (أو العمالية) ١٢٠، ١٣٩  
الكئبار - أليف ~ ١٠١  
كئباريل - كريستوفر ١٢١  
الكلاب  
اسنان ~ ٢٤٤، ٢٤٤  
خواس ~ ٢٥٨، ٢٥٩  
السمع عند ~ ١٨٢  
~ والبراغيت ٢٧٩  
كلاب الفروج ٢٩٢  
انكلام ١٨٢، ١٨٢  
الكلب ٢١٦  
كلب النحر ٢٢٦، ٢٥٧  
الكلب الهلجية ٢٥٨  
انكسيت ٢٢١، ٢٢١  
كلش - انور ١٢٨  
الكلوبيريت ٨٦  
الكلور  
تعقيم الماء ب ~ ٤٦  
~ ومخبرات القلويات ٩٤  
~ في الجدول الدوري ٢٢  
~ وقانون أفوجادرو ٥١  
كلوريد البوليغابيل ٩٩، ١٠٠،  
٤٠٦  
كلوريد القابل ١٠٠  
أنظر أيضا كربون الفلور  
الكلوريني  
الكلوروفيل ٢٥، ٢٦  
الكليان ٧٧، ٢٥٠  
الكم ٢٤  
بطرية ~ ٢٤، ١٩٠، ١٩١  
الكتات الصوتية، لغوتومات ٢٤  
كئم الرئج ٢٥٤  
كفادات مزردة ٥٢  
كميات مئجحة ١١٦  
كمية التخرق ١٢٠  
الكيداريات ٢٢٠، ٤٢١  
الكهراء ١١٣، ١١٥، ١٤٥  
الإمداد الكهربائي ١٦٥  
التيار الكهربائي ١٤٨-٤٩  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤١٠-١١  
١١  
الدارات الكهربائية ١٥٢-٥٣  
الرؤوس الكهربائية ٤١١  
الطاقة الكهربائية ١٢٣  
القدرة الكهربائية ١٢٤، ٢٢٣  
~ والاتصالات البعادية ١٦٢-١٦٣  
~  
~ الاحهادية ١٢٦  
~ والتزق ٢٥٧  
~ والتفاعلات الكيميائية ٥٢  
~ وخواس الاسماك ٢٥٩  
~ وخطوط النقل ٢٨  
~ والخلايا والبطاريات ١٥٠-١٥١  
~  
~ وشبه الموصلات ١٤٩



- ~ والطاقة الكامنة ١٢٢  
~ والظاهرة الكهروضوئية ١٩١  
~ والفضلات ٢٥٥  
~ في البيت ١٦١  
~ وقُدرة الرّيح ١٣٤، ٢٥٥، ٢٥٦  
~ والقُدرة الشمسية ١٢٤، ١٩٠  
~ ومحطات القدرة ١٣٥  
~ والمُضلات ٢٩، ٢٢٣  
~ والمُضلات الفائقة التوصيل ١٤٩  
~ والنحاس ٨٦  
المُتراكبات ~ ١٥٨  
المُؤلّفات ~ ١٥٩  
أنظر أيضًا البُطاريات  
الكهرباء الإجهادية ١٢٦  
الكهرباء التّياريّة ١٤٨-١٤٩  
~ ~ ~ المتناوبة ١٥٩، ١٦٠  
~ ~ ~ المُستويّة ١٥٩، ١٦٠  
الكهربائية الساكنة ١١٥، ١٤٦-  
٢٥٧، ٤٧  
كَهْزَل (إلكترونيك) ٦٨  
الكَهْزَلَة ٦٧  
~ في إنتاج الألومنيوم ٨٧  
~ في إنتاج النحاس ٨٦  
~ وهيدروكسيد الصوديوم ٩٤  
التنقية الكهربائية ٦٧  
الكَهْزَمَان ١١٥، ٢٢٥، ٢١٧  
الكهرمغنطيسية ١٥٦-٥٧  
الطيف الكهرمغنطيسي ١٩٢، ١١٢  
~ والخفّ ١٥٩  
~ والمغنطيسات الكهربائية ٢٦  
الكهوف ٢٢٨، ٢٣٦  
الكوازيكات ٢٥  
كواشف الدُّبذبة ١٨٠  
الكواشف الفلْزِيّة ١٥٧  
الكواكب ٢٧٤  
إحصائيات عن ٤١٨-  
الأرض ٢٠٩، ٢٨٧  
أصل ~ ٢٧٥  
اوراثوس ٢٩٢  
بلوتو ٢٩٣  
جاذبيّة ~ ١٢٢  
رُخْل ٢٩١  
الرُّمّة ٢٨٦  
السّوابر الفضائية و~ ٢٧٣  
مُطَارِد ٢٨٦  
الكوكب العاشر ٢٩٣  
المريخ ٢٨٩  
المُشْترى ٢٩٠  
نِيتُون ٢٩٣  
نُشأة ~ ٢١٠  
النظام الشّمسِي و~ ٢٨٣  
الكُوالات ٢٣٥، ٤٠٠  
كوبرنيكس - نيكولاس ٢٨٧  
كوبروليت، نُجُو مُتخَجِر ٢٢٥  
الكوبلت ٣٢  
كوبي (سائل سبّير الخلفيّة الكونية) ٢٧٥  
كُوح - رُوبرت ٢١٣  
كُوداك ٢٠٧  
الكُورنْدُم ٢٢١
- كوري - بيير ٢٦  
كوري - ماري ٢٥، ٢٦  
الكوازارات (الكوايزر) ٢٧٦  
كوشنُو - جاك إيف ٢٨٧  
الكوك ٨٤، ٩٦  
الكوكب العاشر ٢٩٣  
الكوكبات (الأبراج) ٢٨٢، ٤١٩  
كوكبة الجبار ٢٨٢، ٤١٩  
كوكروفت - جون ٢٥  
كوكسويل - هنري ٢٤٩  
كولا - شبه جزيرة كولا ٢١٢  
كولمبوس - كريستوفر ٢١٥  
كولوم - شارل أوغسطين ١٤٩  
الكُون ٢٧٤  
الحياة في ~ ٢٠٧  
عنصر ~ ٢١  
الهيدروجين في ~ ٤٧  
~ والإنفجار العظيم ١٧، ٢٧٥، ٢٩٦  
أنظر أيضًا الفُضاء  
كوتسبيسيون ٢٥٠، ٢٥١  
كُوك - ستيفاني ١٠١  
الكُوكُيُو ٣٤٤  
الكويكبات ٢٨٢، ٢٨٩، ٢٩٤  
كُويكبات أبوللو ٢٩٤  
الكُويكبات الطُروادية ٢٩٤  
الكُيتِين ٣٥٢  
كيرتشوف - غوستاف ١٩٣  
الكيروسين (الكان) ٩٨  
الكيلوجول ١٢٢  
الكيلوكالوري ١٢٢  
الكيشن (تسايغ ~) ٢٨٨، ٢٣١  
الكيمياء  
~ والضيء ١٧  
~ والزراعية ٩١  
~ في الطب ١٠٤-٥  
الكيمياء الفُضويّة ٤١  
الكوي - شرة ~ ٢١٨
- الثُّنُونات ٣٣٤-٣٥  
استان ~ ٢٤٤  
أنظر أيضًا الجسم البشري  
تصنيف ~ ٤٢١  
تطوّر ~ ٢٠٨، ٢٢٧  
حليب أو لَبَن ~ ٢٦٨  
الرئيسيات من ~ ٢٣٦  
شعر أو وَبَر ~ ٢٥٤  
قُترات خُطَل ~ ٤٢٢  
مدى أعمار ~ ٤٢٢  
مُعدّلات الإستقلاب في ~ ٤٢٢  
الثُّنُونات الجرابيّة ٢٢٥، ٤٢١  
الثُّنُونات المُشيميّة ٢٢٤، ٤٢١  
اللُجَا ٢٣١  
اللُجْنيت ٢٣٨  
لُجْنين، خُشْبِين ١٠٨، ٢٤٢  
اللُدائن ٨١  
خصائص ~ ٢٢  
ضُئَم ~ ٩٩  
~ المُعزّزة بالرُّجاج ١١١  
~ من الإيثين ٩٧  
المُكُوروات اللُدائِيّة ١١، ١٠٠-١  
اللُدائن الحراريّة (المُتسبِرة بالحرارة) ١٠٠، ١٠٦  
اللُدائن الصلدة الثابتة حراريًا ١٠٠  
اللُدائن المُشكّكة بالبنق ١٠١  
اللُدونة ٢٣  
لُزوجة السّوائل ١٩  
اللُسان ٢٥٩  
إِسَان ساحلي رملي ٢٣٧  
إِسْثَر - جوزيف ١٠٥  
اللقاب ٧٦، ٣٥٩  
لُغية الكُرات والفسامير ١٧١  
لُفلوك - جيفس ٢٧٠  
لُفاج، عُبار الطُلم ٢١٨-١٩  
لُكُلانْشِي - جورج ١٥٠  
اللُقس ٣٥٨  
اللُلف - الحُفلة اللُفِيّة ٣٥١  
اللُثنائيات ٢٧  
لُغفور ٢٨٤  
اللُواجِم  
استان ٢٣٤، ٢٤٤  
إغْتِذاء ~ ٢٤٣، ٢٤٢  
اللواميس ٢٨٢  
لوحات مفاتيح الحواسيب ١٧٣، ١٧٤  
لُوزاسيا ٢١٥  
لُورنْث - أوغست ٦٩  
لُورنْثز - هينريك ١٩٤  
لُوشاتلييه - هنري ٥٤  
اللوكيميا ١٠٥  
لُوشبير - الأخوان ~ ٢٠٨  
اللون (أنظر الألوان)  
لُويحات مفاتيح الحاسبات ١٧٢  
لُويل - پرسفال ٢٨٩  
اللُيازِر ١٩٠، ١٩٩  
الأطوال الموجيّة لـ ~ ٢٠٢  
إنكسار ~ ١٩٦  
~ الدائريّة ٢٩  
معارف الأسطوانات المُنتجة و~ ١٨٨  
الليامير ٢٢٦  
ليثونيس لوكمبي ٣٠٥  
الليثيوم ٢٤، ٦٣
- الليزر ١٩٠  
~ الدايودي ٢٩  
الفارنات الليزرية ١٩٩  
ليكي - لويس وعاري ٢٣٦  
ليتوار - إشان ١٤٤  
ليثيوس ٢١٠  
ليثونوف - إلكسي ٢٩٩  
ليثونهُوك - انطوني فان ١٩٧، ٢٦٦  
اللُيُفَات العُضليّة ٢٥٥  
م
- الماء  
الأمواج المائية ١٢٦، ١٧٨  
انتشار جزيئات ~ ٥٠  
إنكسار الضوء في ~ ١٩٦  
تبخّر ~ ٢٠، ٢١، ٦١  
تكلّف بخار ~ ٢٠، ٢١  
تَلُوث ~ ١١٢  
تَنَاضُج ~ ٢٤١  
تَنَقِيّة ~ ٨٣  
التُوتّر السطحي لـ ~ ١٩  
دورة ~ ٢١، ٢٧٢  
رُفَع ~ بشادوف أرخميدس ١٢١  
صَفْط ~ ١٢٧  
الطُفُو والْعُوض في ~ ١٢٩  
القُدرة الكهرمائيّة ٢٢٣  
القُدرة المائية ١٢٤  
القُدرة المدريّة لـ ~ ١٢٤  
كثافة ~ ٢٢  
كَلُورَة ~ ٤٦  
كَهْزَلَة ~ ٦٧  
كيمياء ~ ٦٣، ٧٥  
~ وبيدات الحياة ٢٠٧  
~ والجليد ٢٦٨  
~ والزي ٢٢٣  
~ على الأرض ٢٨٧  
~ وقُسل المزيجات ٦١  
~ والمُركبات والمزيجات ٥٨  
~ ~ مُعالجته وصناعته ٨٣  
~ وهِلالَة السطح ١٢٨  
المحاليل المائية ٢٢، ٦٠  
مياه الليانج الحارّة (الحفّات) ٢١٧  
النّيات المائية ٢٤١  
الماء العُسر ٧٥  
أنظر أيضًا البحيرات: المحيطات؛  
الأنهار؛ البحار؛ بخار الماء؛  
والمناطق الرُطبة  
المُأبِر ٢١٨  
مُأبُور - دراموند ٢١٤  
ماخ - إريشت ١٧٩  
الماء ١٧  
بُلُورات ~ ٣٠  
تغيّرات حالة ~ ٢٠-٢١  
حالات ~ ١٨-١٩  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤٠٢-٤  
٣  
خصائص ~ ٢٢-٢٣  
الضوء و ~ ٢٠٠  
غناصِر ~ ٢١  
~ والإشعاعية ٢٦-٢٧
- ~ والثّرابط الكيميائي ٢٨-٢٩  
المادّة الجَماد ١٧  
المادّة الحيّة ١٧، ٤١  
المازا (أرنْث بَتاغُونيا) ٢٩٣  
ماركُوني - عُوليلُفُو ١٦٤  
ماكأنديس - بروس ٢٠٢  
ماكسويل - جيفس كَلارك  
~ والتصوير الفُوتوغرافي المُلوّن ٢٠٧  
~ والكهرمغنطيسية ١٦٤، ١٩٢، ١٩٤  
مانعات الصواعق ١٤٧  
ميونيّات الأُرْجُل ٢٢٢، ٢٩٦  
تصنيف ~ ~ ٤٢١  
الهياكل الخارجيّة لـ ~ ~ ٢٥٢  
مايْشَر - لير ١٢٧  
مايْلَر - شتالني ٢٠٧  
المباني  
إمداد ~ بالكهرباء ١٦١  
جِجَارَة ~ ٢٢٣  
الطاقة في ~ ١٣٥  
الطُفُس و~ ٢٤٥  
عُزْل ~ ١٤٢  
الفطريّات في ~ ٣١٥  
مانعات الصواعق في ~ ١٤٧  
~ والزلازل ٢٢٠  
مُبدأ لُوشاتلييه ٥٤  
مُعدّلات (عاكسات) التّيَار ١٥٨  
مُيزِدات ١٤١  
مُبيدُ الآفات ٩١  
مُبيدات الأعشاب ٩١، ٢٧٢  
مُبيدات الحُشرات ٩١، ٢٢٢، ٢٧٧  
مُبيدات الفُطر ٩١  
القبض  
~ في الجسم البشري ٢٦٨  
~ في الزهرة ٢١٩  
العتانة ٢٢  
العتجُدات العُظْميّة ٢٧٢، ٢٨١  
مُتصالب العُنْقار ٢٩٦  
مُتَغَضّيات ٢٠٥  
المتغضيات الوحيدة الخليّة ٣١٤  
مُتَغَدّرات ٢٢٨، ٢٤٦  
مُتلازِمَة القُوْر المُناعِي المُكتسِب ٢١٢  
المُتَمَكِّبات (الأيسومرات) ٤١  
المُتَمُورّات (الأمية) ٢١٤، ٢٢٨  
مُتَنَرِّد بُلُوستون الوطني ١٢٤، ٢١٦-١٧، ٤٠٠  
المُتَالِج ٢٢٨-٢٢٩  
~ والشج ٢٦٦  
~ والخلجان الإنجيجيّة ٢٢٦  
المُتانات الهوائيّة ٢٢٧  
المُتَلَتات هي الامتن ١١٧  
مُجالات القُوّة ١١٤  
المُجالات كأنظمة بيئيّة ٢٧٠  
مُجال الأرض المغنطيسي ١١٥، ١٤٥، ١٥٤، ٢١٣  
المُجَاهِر (الميكروسكوبات) ١٢٣، ١٩٨  
مُغَسّات ~ ١٩٧  
~ الإلكترونيّة ٢٢٩  
~ ذوات المُرشّحات المُفردَة  
الإستقطاب ٢٢١  
~ الضوئيّة ٢٢٩



- المجرات ٢٧٤، ٢٧٦-٧٧  
المجرات الإهليلجية ٢٧٦  
مجرات السلسلة ٢٧٦  
المجرات غير المنتظمة ٢٧٦  
المجرات الأولية أو الحلزونية ٢٧٦  
مجرة أندروميدا (العرة) (المسلسلة) ٢٧٧، ٢٧٦  
المجسمات الصوتية الشخصية ١٨١  
مخففات ٦٩  
المخففات الذوامة ١٢٥  
مخففات تكرير مياه المجاري ٣١٢  
المخار ٢٠٥، ٢٢٤  
المخار الثلجية ٢٨٥  
المخار المخروطية (المخروطيات) ٢٢٤  
مخاريات الجلد ٢٢٦  
محاكاة الطيران ١٧٥  
المحاثيل ٦٠، ٦٢  
المحاثيل المشبعة ٦٠  
محايل الكريات ١٢١  
مخزونات ١٤٣-١٤٤  
~ الاحتراق الداخلي ١٤٣، ٦٥  
~ الطائرات النفاثة ١٤٤، ٨٨  
المخزونات الترددية ١٤٣  
المخزونات الثنائية الشوط ١٤٣  
مخزونات الدراجات البخارية ١٤٣  
المخزونات الرباعية الاشواط ١٤٣  
المخزونات الكهربائية ١٥٨  
مخزونات متعددة الأقطاب ١٥٨  
المخزونات المروحية التربينية ١٤٤  
مخضلة القوى ١١٦  
المخضات الفضائية ٣٠٤  
مخضات القدرة  
~ ~ والإعداد الكهربائي ١٦٠  
~ ~ والتلوث ٦٤  
~ ~ العاملة بالزيت أو الفحم ١٣٥  
~ ~ النووية ١٣٦  
المولدات في ~ ~ ١٥٩، ١٦٠  
المخطة الفضائية سائوت ٣٠٤  
المخطة الفضائية فريدوم ٣٠٤  
المخطة الفضائية بير ٣٠٤، ٣٠٠  
محطة القدرة النووية في شيرنوبيل ١٢٧، ٢٧  
مخللات النفس ٦٥  
محميات الحياة البرية ٤٠٠  
محور الإرتكاز ١٢٤، ١٢١  
المخولات (الكهربائية) ١٦٠  
مخولات مخففة ٥٧  
المحيط الأطلنطي ٢٣٥، ٢١٥  
المحيط الهادي ٢١٦، ٢٣٥  
المحيطات ٢٣٤-٢٣٧  
أعاصير ~ ٢٥٨  
إمتداد قيعان ~ ٢١٤-١٥  
الأمواج والمد والنباتات المحيطية ٢٣٥  
(بينيات) ~ ٢٧١، ٣٨٦، ٨٧  
تلوث ~ ٢٨٧  
تيارات ~ ٢٤٤  
خطوط سواحل ~ ٢٣٦-٢٧
- المرايا المخدبة ١٩٥  
المرايا المشنونة ١٩٤، ١٩٥  
المرايا المقفرة ١٩٥  
المزجانيات ٣٢٠  
الشعاب المزجانية ٢٢٣، ٢٢٤، ٢٢٤  
٢٨٧  
المزجيين - زيد ~ ٦٥  
المزجلات ٢٢٠  
مزرعات الاصباغ ١٠٢  
المرسلات الراديوية (اللاسلكية) ١٦٤  
مزرعات الضوء ٢٠٢  
مزرعة سيرو تولولو ٢٩٧  
المزطاب (الهيدرومتر) ٢٥٢  
مركاتور - جيراردوس ٢٤٠  
المزكبات ٥٣، ٥٨-٥٩، ٦٧  
مركبات أبولو الفضائية ٢٨٧، ٢٠١، ٢٩٩  
المزكبات الفضائية  
مزرعة ~ ~ ١٢٠  
خلايا وقود ~ ~ ٥٦  
مزاريع ~ ~ ١٤٤، ١٤٣، ٢٩٩  
مبوط ~ ~ على سطح القمر ٢٨٧  
المزكبات ومركز النقل ١٢٤  
المزك ١٢٤، ١٢١  
مركز النقل ١٢٢، ١٢٤  
المركز الشطحي للزلزلة ٢٢٠  
المرمر، الرخام ٢٢٤  
المرفوط ٢٨١  
المزو (الكوارتز) ٢٩  
بلورات ~ ٣٠  
الفرانيت و ~ ٢٢١  
الكهرباء الإجهادية و ~ ١٢٦  
الثروة  
الطاقة الكامنة للرونية ١٢٣، ١٢٨  
~ ~ وخصائص المادة ٢٢  
المزاحات ٢٥٦  
المزيع ٢٨٩  
إحصائيات عن ~ ٤١٨  
جو ~ ٢٤٨  
الشواير الفضائية إلى ~ ١٧٦، ٢٠١، ٢٨٩  
نشأة ~ ٢٨٣  
المريكيثس ٣٠٨  
مزرعات الأقدام ٢٢٢  
المزولة الشمسية ٢٠١  
المزيجات ٥٨-٥٩  
فضل ~ ٦١  
مسابر رعد لاسلكية ٢٧١  
مساحة المسطح ٥٦، ٥٥  
مساحيق الغسيل ٩٥، ٥٧  
مشافلات التوقف ١١٩  
مسافة الكبح ١١٩  
المسامير الطولية ١٢١  
مشتحضرات التجميل ١٠٣  
مشتخلبات ٥٩، ١٠٣  
مستحليات، عوامل إستحلاب ٩٣  
المشتخلبات ١٦٥، ١٦٧  
المشتكشاف فوق البنفسجي ٣٠٠، ٢٩٨  
المشتنقات ٢٢٧، ٢٨٩، ٢٩٨
- مستنقعات القرام ٢٨٩، ٢٩٨  
المستنقعات الملحية ٢٢٧  
المستهلكات والمثلاسل الغذائية ٢٧٧  
مستويات الشطيق ٢٢٣  
المستويات الغذائية ٢٧٧  
مشح هيل ٢٩٠  
مشقاط الشرائح ١٩٧  
مسطح ماء، شلال ٢٢٣  
مسطح مركاتور ٢٤٠  
الميشيل (الهيدرومتر) ٢٢  
المشايك ٢٦٠، ٢٦١  
مشاغل راديوية ١٨٩  
مشاكهة ٢٨٠  
المشتري ٢٩٠  
إحصائيات عن ~ ٤١٨  
أقمار ~ ٢٥، ٢٧٢، ٢٩٠، ٢٠١  
سبارن فضائيات إلى ~ ٢٧٢، ٢٠١، ٢٩٠  
نشأة ~ ٢٨٣  
النطاق الكويكي إلى ~ ٢٩٤  
المشهورات (الديناميات) ٢٥٢  
مشق (تصميم إسميائي) ١٢١  
مشيج (جرس) ٢٦٤-٢٦٧، ٦٥  
مشيمة، شحد ٢٦٨  
المصارف والحواشيب ١٧٥  
المضاطب النهرية ٢٢٣  
المضاهير ١٥٢، ١٦١  
مضبات الأنهر ٢٢٦، ٢٨٥  
مضبات الأنهر الدلتاوية ٢٢٣  
مصباح ديفي ٢٢٨  
مصر  
علم الفلك في ~ ٢٩٦  
~ ومستحضرات التجميل ١٠٣  
نهر النيل في ~ ٢٨٨  
مصعد (أنود) ١٦٨، ٦٧  
مضورات فوئوغرافية لتوقيت إنهاء المسابقات ١١٨  
المضورة، بلازما الدم ٢٤٨  
مضادات التأكسد ٦٥، ٩٢  
المضادات الخيوية ١٠٥  
مضادات الروابع ٢٥٣  
مضافات الأطعمة ٩٢  
المضافات البنزينية ٩٩  
أنظر أيضا النفط  
المضخات  
~ الإلكترونية ١٦٩  
~ التلفزيونية ١٦٦  
~ الراديوية ١٦٤، ١٦٥  
مضفة، جنين ٢٦٨  
المطاط ٢٢، ١٠١، ١٠٦  
المطر ٢٦٤-٢٦٥، ٤١٦  
تكون ~ ٢٦٤  
~ والأعاصير ٢٥٨  
~ والتزد ٢٦٧  
~ والتجات ٢٣٠  
~ والجنينات الباردة ٢٥٣  
~ والجليد القائم ٢٦٨  
~ ودورة الجفاف ٢٤٢، ٢٦٥  
~ والشخب ٢٤١، ٢٦٠-٦١  
~ ومعالجة الماء وصناعاته ٨٢  
~ الموسمي ٢٤٥، ٢٦٤  
المطر الحمضي ٢٢١  
اسباب ~ ~ ٦٤، ٦٩، ٤٢٤
- ~ ~ وإضافة الكلس إلى الخول ٧١  
~ ~ والتجوية ٢٣١  
~ ~ والتلوث ٦٨، ٣٧٢  
المطران أشر وخلق الأرض ٢٢٦  
المطهرات ١٠٥  
مطياف (مكشاف الطيف) ٦٣، ٢٨٤  
المطياف الكتلي ٦٣  
المطياف (مقياس الطيف) ١٩٢، ٢٧٨  
المطيافية ٢٢  
مطلات هبوط، باراشوتات ١١٩  
معاد ٢٤٥  
المعادلات  
~ الفيزيائية ٤٠٨  
~ الكهربائية ٤١٠  
~ الكيمائية ٥٢  
~ الموجية ٤١٢  
المعابن  
الصخور و ~ ٢٩١  
~ والجيولوجية ٢٠٩  
~ في الأسمدة ٩١  
~ في الأطعمة ٧٨  
~ في التربة ٢٢٢  
~ في التغذية ٢٤٢  
هوية ~ ومقياس مؤلف ٤١٥  
معازف الأسطوانات ١٨٨  
معازف الأسطوانات المدججة ١٧١  
معالجة الكلمات ١٧٣  
معامل الانكسار ١٩٦، ٤١٢  
المغايرة بالتحليل الحجمي ٦٢  
المقايضة ٢٧٩  
معايير الوقت في السيارات ١٥٧  
المعدة ٢٤٥  
المضاربات المدية ٧٦  
القروح المدية ١٠٥  
معركة وابلو ٢٧٠  
الفعوليات  
~ والإتصالات البعدية ١٦٢  
~ الحاسوبية ١٧٢  
معيونات المشع ١٨٢  
المغزير ٣٤١، ٣٤٢  
المغذيات - فوط ~ ٢٧٢  
المغنسيوم ٣٥  
تفاعلية ~ ٤٠٥  
~ في الجدول الدوري ٢٢  
المغنطيسية ١١٥، ١٤٥، ١٥٤-٥٥  
حقائق ومعلومات عن ~ ٤١٠-١١  
الطاقة الكامنة ~ ١٢٣  
الفلزات ~ ٢٦  
الكهرمغنطيسية ١٥٦-٥٧  
مجال الأرض المغنطيسي ١١٥، ١٤٥، ١٥٤، ٢١٣، ٢١٥  
مجالات القوة ~ ١١٤  
~ في الصخور ٢١٥  
~ والمخزونات الكهربائية ١٥٨  
~ ومكبرات الصوت ٢٧  
~ والمولدات ١٥٩  
مغنطيسية القطب الشمالي ١٥٤، ١٥٥  
المغيب، غروب الشمس ٢٦٩



المفاصل ٣٥٣	الهليوم و~ ١٢٩، ٤٨	الموصلية ٢٢	٣٦
المفترسات (أنظر الضواري)	الهواء داخل ~ ٥٠	موطن (بيتي) ٢٧٠	~ والاحافير ٢٢٥
مفرق ١٥٣	~ والتنبؤ بالأحوال الجوية ٢٧١	المول ٢٢٥، ٥٣	~ والتغذية ٢٤٢
مفرقات استعراضية ٦٢، ٣٥	مناقير الطيور ٢٢٢	المولدات ١٦٠، ١٥٩، ١٤٥	~ وتكون الفحم ٢٢٨
١٣٨	المختبرات في السلاسل الغذائية ٢٧٧	مؤلفات شوخ ١٨٩	~ والتناقل الجنسي ٢٦٧
المفصليات ٢٣-٢٢٢، ٤٢٢	المختبرات ٢١٤	مولر - ألكس ١٤٩	~ ودورات الغلاف الحيوي ٢-٢٧٢
المقاييس الكهربائية ١٦١	المختبرات الجوية ٢٧٠، ٢٥٢	موندل - إدوار ٢٤٢	~ ودورة الأكسجين ٤٤
مقارنات ١٥٢-١٥٣، ٥٣-١٦٨، ٦٩	مختبرات زكامة شمسية ٢٢١	مونهز - فريدريخ ٤١٥	~ ودورة الكربون ٤١
٤١٠	مختبرات ٢١٤	مومورو فيشيش - أندريا ٢١٢	~ ودورة النتروجين ٤٢
مقاومة	مختبرات الجوية ٢٧٠، ٢٥٢	الميثانول ٩٢، ٥٦	~ والزهرية ٢١٨-٢١٩، ٤٢٠
~ الاحتكاك ١٢٢	مختبرات ٢٦٥	الميثان	~ والسلاسل والشبكات
~ كهربائية ١٥٣	مختبرات - جريجور ٢٦٥	تفاعلات ~ الكيميائية ٥٢	الغذائية ٢٧٧
~ الهواء ١١٩، ١٢١	مختبرات - ديمتري ٢٢	تكون ~ ٢٢٩	~ وشع الشمس ١١٢
مقاومة الهواء لشيء الطائرة ١١٤	منطقة الزكود المغنطيسي	~ في بدايات الحياة ٢٠٧	~ وطاقة الكتلة الختوية ١٣٤
مقاييس درجة الحرارة ١٢٨	منظار داخلي ١٩٦	~ من مطارح الثقافات ١١٢	~ في الكواضر والمذن ٢٩٧
٤٠٨، ١٤٠	منظار ذو عينيئين ١٩٨	~ من منتجات الغاز ٩٧	~ في الصحاري ٢٩٠
مقاييس متعددة القياسات ١٥٢	المنطقات ٩٥	~ من منتجات النفط ٩٨	~ في الغابات المطيرة ٢٩٤-٢٩٥
المقدوف الثرند (الفرجون) ١٢٢	منظمة الأرصاد العالمية ٢٧١، ٢٧٦	ميخاد، جبل ميخادي ٢٣٠	~ في غابات المناطق المعتدلة
المقرب الراديوي الكبير المتعدد	٤١٦	ميراندا ٢٩٢	٢٩٦
الاطلاق ٢٩٧	منظومة بيدي (البنيية الزمنية)	ميزوسورس برازيليسيز ٢١٥	~ في المناطق الجبلية ٢٨٤
مقرب هبل الفضائي ٢٩٨، ٣٠٠	للآلات الموسيقية ١٨٩	الميزوسفير ٢٩٨، ٢٤٨	~ كواشف الحمضية ٧٢
مقياس الأس الهيدروجيني (H) ٧٢-٧٠، ٦٨	المكتشفات ٢٦٠، ٢٦١	الميزوهيس ٢٠٨	~ في المناطق الرطبة ٢٨٩
مقياس بوفورت ٢٥٦	مكتشفات الأطعمة ٩٢	بيسم (سنة) ٢١٩	~ والوراثيات ٢٦٤-٢٦٥
مقياس تورو ٢٥٩	المختبرات ١٥٩	البيكروسكوبات المركبة ١٩٨	النباتات المفترسة ٢٥٩، ٢٩٤
مقياس رنجر ٢٢٠	النهاة العربية ٤٠٠	التيل المغنطيسي ٢١٢	النبتة المشجعية ٢٥٩
مقياس سلسيوس ١٤٠	مهبط، كاثود ١٦٨، ٦٧	التيلوثيت ٢٢٤	نيتون ٢٨٣، ٢٩٣
مقياس قرنيهت ٤٠٨، ١٤٠	المواد ٨١-١١٢	ميليكان - روبرت ٢٥	إحصائيات عن ~ ٤١٨
مقياس كلفن ١٢٨، ١٤٠، ٤٠٨	إعادة تدوير ~ ١١٢	الميلين، النخاعين ٢٦٠	إكتشاف ~ ٢٩٢
مقياس مزلكي ٢٢٠	تحقق ومعلومات عن ~ ٧-٤٠٦	ميمان - تيودور ١٩٩	السواير الفضائية إلى ~ ٢٧٢
مقياس شوخ ٤١٥، ٢٢١	المواد الأولية ٤٠٧	~ والطردات ١١٤، ٢٥٩	٢٠١، ٢٩٢
المكايح ١٩، ١٢١، ١٢٨	المواد الشفافة ٢٠٠	ن	التنج ٢٤١
المكايح ١٤٣	المواد الشفافة ٢٠٠	النابذات (الفراغات الطارئة) ٦١	النترات ٢٧٢
مكاسين الماء ٢٨٩	مواذ كامة ٢٠٠	نابليون الأول ٢٧٠، ٦٣	نبوت الفضة ٢٠٦
المكتبات، ١١٢	المواد المصققة ١٠٦	~ الثالث ٨٧	النتروجين ٤٢
مكتبرات الصوت ١٥٦، ١٨٣	مواذ مقارمة للحرارة ١١١	نار القديس الشو ٢٦٩	تورة ~ ٢٧٢
المغنطيسات الكهربائية في ~ ~	أنظر أيضا كل مادة بمفردها	الناسخات الضوئية ١٤٦	~ في الامونيا ٩٠
١٥٧، ٣٧	مواذ ٤٠٧	الناسوخ (الفاكس) ١٦٢	~ في الهواء ٧٤
~ في الراديو ١٦٥	موازين الحرارة ٢٥١، ١٤٠	الناسيرات (الكوبرا) ٢٢٠	~ والمخضبات ٩٠
أنظر أيضا المكروونات	الموازين الزنبركية (أو النابضية) ١٢٢	الناس ٢٢٤	النتروجليسرين ٤٢
المكتبات الشعوية ١٤٧، ١٦٨، ٩	الموازين القنانية ١٢٤	نابيت الشبيكة والإنصار ٢٠٥	نجم البحر والرقيات ٢٢٥
المختبرات ١٠٦، ١٠٠-١٠٦	الموازين النيوتنية القديريج ١٢٢	النباتات ٣٠٦	نجم القطب ٢٨٢
مكتور الإستر ١٠٧	الموايسعات (المكتفات الشعوية) ٩-١٦٨، ١٤٧	~ ١٠٧	النجوم المتخجر (كويزوليت) ٢٢٥
المكروبات	موجة (أنظر أمواج) ١٨٦	آلياف ~ ١٠٧	النجوم ٢٧٢، ٢٧٨-٢٧٩
~ والإختبار ٨٠	مويم الحاسوب ١٧٢	إنقراض ~ ٢٩٨-٢٩٩	أشع ~ ٤١٨
~ والتقانة البيولوجية ٩٢	موزس - صمويل ١٦٢	البيئة الداخلية في ~ ٢٥٠	أقناء (ج. قنؤ) ~ ٢٨٠
~ في الأطعمة ٩٢	موزي - إيفون ٢٥٢	تحرك ~ ٢٥٦	الاندماج النووي في ~ ١٢٧
أنظر أيضا اليكتيريا؛ والفتات	الموز ٣٦٦	التخليق الضوئي في ~ ٦٥، ٤٩	تلاؤ ~ ٢٦٩
المكروونات ١٨٢، ١٨٠	الموسيقى	٢٤٠، ٧٤	تورة حياة ~ ٢٨٠-٨١
~ ذوات اللف المتحرك ١٥٩	الاصوات الموسيقية ٨٧-١٨٦	تصنيف ~ ٢١٠-٢٢٠، ٤٢٠	الشعس أقرب ~ ٢٨٤-٨٥
~ والمصحون المكافئة المقطع	الآلات الموسيقية ١١٢، ١٢٦	تطور ~ ٢٠٨، ٢٠٩	ضوء ~ ١٧٧
١٨٤	~ الإلكترونية ١٨٩	تعايش ~ ٢٧٩	طاقة ~ ١١٢
~ في أجهزة التلفون ١٦٢	~ والشعيات ١٨٤	التكاثر اللاجنسي في ~ ٢٦٦	قياس نصوص ~ ٢٨٢
~ في الراديوات ١٦٥	الموشورات ١٩٢، ٢٠٢	التنفس في ~ ٢٤٦	الكوكبات و~ ٢٨٢، ٤١٩
~ في شعيرات الشع ١٨٢	الموصلات	خواس ~ ٢٥٩	مخزات ~ ٢٧٦-٧٧
يكشاف كهربائي (إلكتروسكوب) ١٤٦	خصائص ~ ٢٢	الخلايا النباتية ٢٢٧، ٢٢٨-٢٢٩	~ وعلم الفلك ٢٩٦
١٤٦	~ الفانقة التوصيل ١٤٩	طاقة ~ ١٢٢، ١٢٨	النجوم البدائية ٢٨٠
المكتبات ٣١-٣١	~ الفلزية ٢٩	اللزهريرات ٢١٦	نجوم ثنائية ٢٧٩
~ والحركة الدائمة ١٢٩	~ الكهربائية ١٤٨	مذي أعمار ~ ٤٢٢	النجوم الثنائية المنكسفة ٢٧٩
~ والمخزات الكهربائية ١٤٥	~ النحاسية ٨٦	نظام النقل في ~ ٢٤١	النجوم العملاقة الحمراء ٢٨١
١٥٨	الهيدروجين و~ ٤٧	نق ~ ٢٦٢	٢٨٥
مكتبات البيع ١٥٧		النهرشونات الثنائية ٢٥١	النجوم القزمة البيضاء ٢٨٠-٨١
مكتبات الناسوخ (الفاكس) ١٦٢		يختصو (كلوروفيل) ~ ٢٥	٢٨٥
المكوك الفضائي ٣٠٠، ٣٠٢			النجوم القزمة السوداء ٢٨١، ٢٨٥

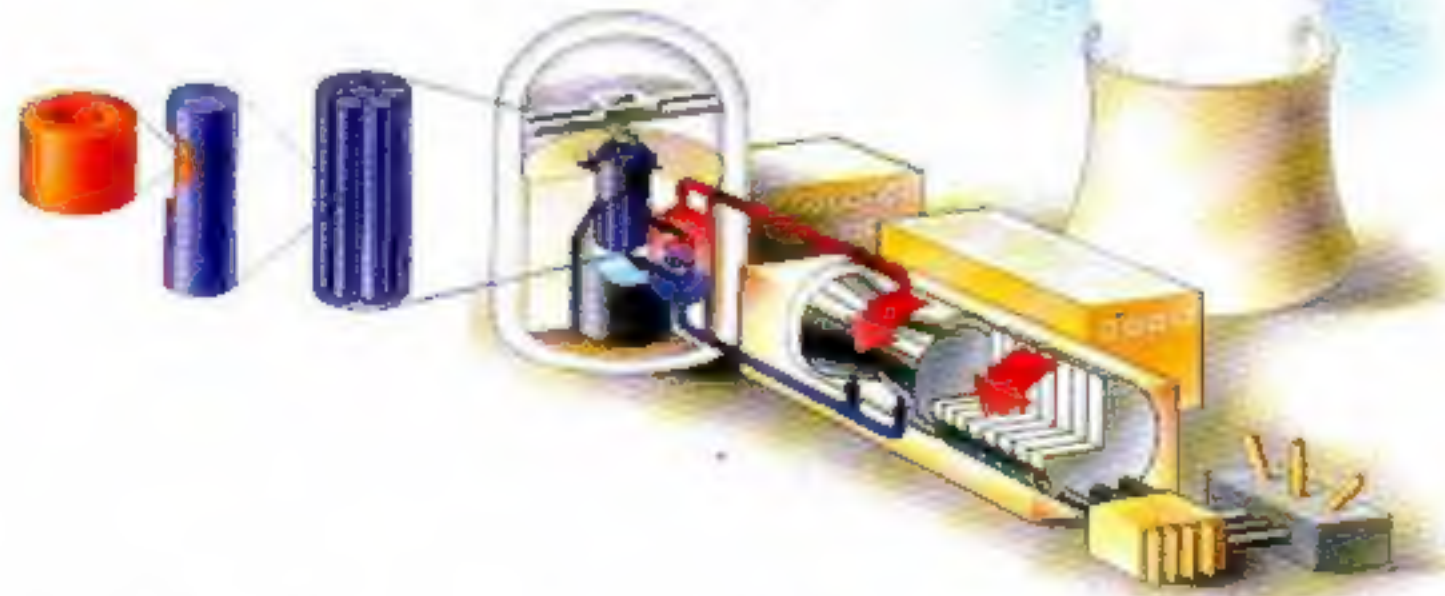


# الموسوعة العلمية الشاملة



## المرجع العلمي الأساسي للعلماء الشباب

- أكثر من ألفي مدخل تعالج قرابة ٢٥٠ موضوعاً رئيسياً في مختلف مجالات العلم الحديثة مرتبة موضوعياً لتيسر لك تناول المفاهيم والمسائل العلمية وعلاقاتها والقوانين التي تحكمها.
- أكثر من ٢٥٠٠ صورة وخريطة ومخطط بياني ملونة تُضفي على المادة العلمية وضوحاً وحيوية.
- قسم خاص بالحقائق والمعلومات والجداول الزمنية للمراجعة المستعجلة، مع مسرد يُعرف مئات المصطلحات العلمية الواردة في النصوص.
- فهرس عام شامل بمواد الموسوعة، ألفبائي الترتيب، يمكنك من التوصل إلى مطلبك بسهولة وسرعة.
- مرجع مكمل لبرامج العلوم الحديثة في المناهج المدرسية حتى المرحلة الجامعية - هو في الواقع مكتبة علمية في مجلد يضع العلم الحديث في متناول كل بيت.



مكتبة لبنات ناشرون

ISBN 9953-33-776-4



9 789953 337760

SCIENCE ENCYCLOPEDIA  
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

